

水位計がない中小河川における住民の安全な避難のための防災行動計画策定

徳永雅彦¹ 中野晋² 武藤裕則² 佐藤塁³

¹徳島県県土整備部（徳島大学大学院博士後期課程）

²徳島大学大学院理工学研究部 ³(株)四電技術コンサルタント

1 はじめに

近年は地球温暖化の影響もあり、雨の降り方が局地化、集中化、激甚化している。こうした状況を「新たなステージ」と捉え、「比較的発生頻度の高い降雨等」に対しては、ハード整備により防御することを基本とするものの、その整備には莫大な予算と長い期間を要する。そのため「少なくとも命を守り、社会経済に対して壊滅的な被害が発生しない」ことを目標とし、ソフト対策に重点をおいて社会全体での対応が必要とされている¹⁾。

2007年7月の水防法改正を契機に中小河川を対象とする水位周知河川においても浸水想定区域図やハザードマップの整備が進められている²⁾。また、米国のハリケーンサンディから得られた教訓を踏まえ、大規模水害時等においては関係機関が予め策定したタイムラインにより連携して対応することの重要性が確認された³⁾。三重県紀宝町では2011年の災害を受けて避難勧告等の発令に着目したタイムラインが策定され、全国の国管理河川でタイムラインの策定が進められている⁴⁾。一方で、ハザードマップは配布するだけでは効果がなく、住民への周知や利活用については継続的に取り組む必要がある⁵⁾とされている。また、2009年8月台風9号では兵庫県佐用町の幕山川などで多数の人的被害を伴う甚大な災害が発生した⁶⁾。この幕山川をはじめ、多くの中小河川では水位観測が実施されていない。また、水位観測が実施されていても観測所の被災で欠測する場合もある。被害の軽減を図るにはリアルタイムの水位情報等に基づき実情を適確に把握し、適切な行動を選択することが重要⁷⁾とされている。

本研究は河川管理者による水位観測が実施されていない一級河川那賀川の上流域で2014年8月に発生した浸水被害の対応を検証する。その上で、地元自治体がリアルタイムで水位情報の入手ができ、適切に避難誘導ができるように量水標の設置と避難判断基準を提案する。合わせて、その基準を基に災害発生時に地元自治体や住民等が取るべき行動を時系列に沿って「いつ、だれが、何をする」を明確にした「防災行動計画」（タイムライン）を策定する。この計画を地元自治体は住民に説明し、相互に理解を深めることで、発災時の迅速で安全な避難が可能となり被害の最小化に寄与するものである。

2 対象地区の概要

(1) 対象地区

本研究では、徳島県の南部を流れる那賀川上流域に位置する那賀町木頭出原地区を対象地区とする。近年、この地区では表-1のように浸水被害が発生している。

表-1 木頭出原地区のこれまでの被害状況

発生日月	発生原因	被害状況
昭和36年9月16日	第二室戸台風	那賀高校木頭分校浸水、グラウンド・実習地流出
昭和40年9月14日	台風24号	那賀高校木頭分校グラウンド・豚舎流出
昭和51年9月12日	台風17号	出原地区 27戸浸水（北川平集落で大崩壊6人死亡）
昭和54年9月30日	台風16号	那賀高校木頭分校校舎、教員宿舍床上浸水、出原地区村営住宅・民家 17戸床上浸水、5戸床下浸水
昭和62年10月17日	台風19号	那賀高校木頭分校教員宿舍床上浸水
平成17年9月6日	台風14号	出原（川切）地区町営団地 20戸床上浸水、出原地区 1戸床上浸水

Development of disaster management action plan to promote safe evacuation behavior or residents in class B river without water gauge, Masahiko Tokunaga (Tokushima Pref.) ,Susumu Nakano,Yasunori Mutou(Tokushima Univ.) and Rui Satou(Yonden consultants.co)

(2) 対象河川

本研究の対象地区である那賀町木頭出原地区は、一級河川那賀川の上流域に位置している。那賀川は流域面積 874km²、幹線流路長 126km の河川であり、木頭出原地区は徳島県管理区間になる。

この那賀川上流域には河川管理者が設置した水位計はないが、四国電力が木頭出原地区の下流のある小見野々ダム（発電専用）の管理用に設置した白久水位局が出原橋上流約 2km にある。しかし、その水位データは一般に公開されていない。

また、那賀川では下流の国管理区間は洪水予報河川、徳島県管理区間の鷲敷地区は水位周知河川に指定されているものの、木頭出原地区はなんら指定されておらず、浸水想定区域図等は整備されていない。

3 2014年8月台風第11号による被害状況

2014年8月台風第11号は8月10日6時過ぎに高知県安芸市付近に上陸し、四国地方をゆっくり北北東に進み、10時過ぎに兵庫県赤穂市付近再上陸して14時前に日本海に抜けた⁸⁾。那賀川流域の8月8日0時から10日24時まで総雨量は図-1のとおりである⁹⁾。気象庁の木頭観測所では7日13時から10日24時までに総雨量731.5mmを観測した。特に、10日0時から7時までは時間雨量38~52mmの激しい雨が続いた。白久水位局では図-2のとおり、9日21時頃から水位が上昇し、10日3時には7.95mの最高水位を記録した。雨が弱くなった午前8時以降徐々に水位も低下した。小見野々ダムは最大級の流入量約3150m³/sを記録した。木頭出原地区の浸水被害は図-3のとおりである。また、国道195号も蔭井橋下流約600m付近が冠水して通行不能となった¹⁰⁾。

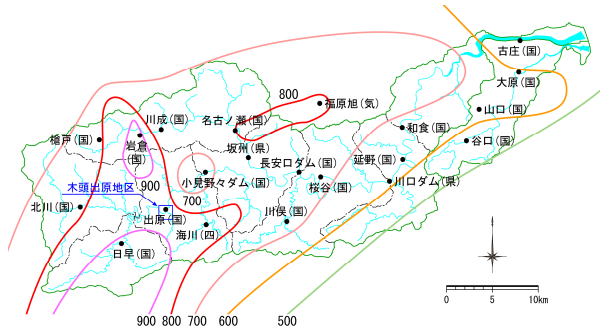


図-1 那賀川流域等雨量線図

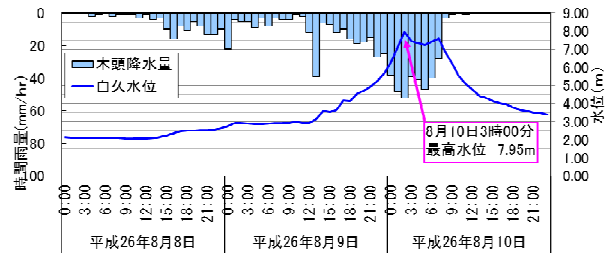


図-2 那賀川（木頭・白久）降雨水位グラフ

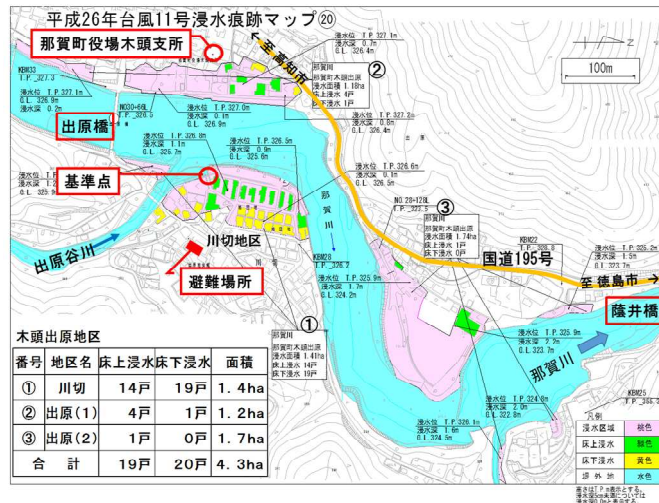


図-3 那賀町(木頭出原地区)浸水範囲

4 行政の対応状況

(1) 那賀町木頭支所の対応

2014年8月9日から10日にかけての那賀町木頭支所の対応は表-2のとおりである。9日15時55分に避難準備情報を発表し、18時46分の土砂災害警戒情報の発表を受けて避難勧告を発表した。また、18時以降は30分毎に四国電力から白久水位の提供を受けている。10日1時30分に四国電力の通知を受けた後、右岸側の水位を目視で確認し1時50分に避難指示を発表した。避難解除は水位が低下した12時であった。

表-2 行政の対応状況

年月日	気象情報		四国電力		那賀町木頭支所	
	時間	情報	時間	情報	時間	情報
2014 8. 8	20:20	大雨洪水警報			15:00	避難所開設
2014 8. 9	16:07	大雨洪水暴風警報	18:00	白久水位4.16m	15:55	避難準備情報を 防災行政無線放送 土砂災害警戒情報により
	18:45	木沢・木頭 土砂災害警戒情報		白久水位4m超過から 以降、30分ごとに 那賀町に水位情報を 通知	18:46	木頭出原地区 避難勧告発令
2014 8.10	0:45	鷺敷・相生 土砂災害警戒情報	1:00	白久水位6.28m	1:40	災害対策本部設置
			1:30	白久水位6.83m	1:50	川切地区避難指示
						・白久水位6.8m超過通知 ・堤防天端から0.5m下に 到達を目視で確認 により避難指示を発令
			3:00	白久水位7.95m (最高水位)		
	11:55	暴風警報解除	9:00	白久水位6.81m	12:00	避難解除
	16:00	洪水警報解除	17:00	白久水位4.02m		
	22:18	大雨警報解除				

(2) 評価と課題の抽出

木頭支所が夕方の15時55分に避難準備情報を発令していることは、早めの避難行動を促す意味で評価できる対応である。避難指示は、木頭支所の内規によると四国電力から情報提供される白久水位の値が6.8mを越えると、支所の職員が支所裏の左岸側の堤防から右岸側の川切地区の護岸を目視し、水位が堤防天端より0.5m下まで到達していることを確認して、発令するとされている。今回は1時30分に白久水位が6.83mに達したとの連絡を受け、1時50分には避難指示が発令されており、速やかな対応がなされたと思う。しかし、1時00分からの30分で水位が55cmも上昇していることや職員が目視により判断するため、少しタイミングがずれると職員が目視するタイミングが遅れるとか判断基準がぶれることにより、発令が大幅に遅れる恐れがあったと思われる。

課題としては、避難判断の基になる水位情報をできるだけ早く、正確でぶれない情報として入手する必要がある。そのためには、他の河川と同様に10分毎の水位データが常時入手できるようにする必要がある。しかし、水位計の設置・情報提供には予算や通信システムの改造等が必要となることや土砂移動による河床変動で欠測する危険性があることなどから短期間での対応は難しい。そこで、木頭支所の職員がいつでも、容易かつ正確に河川状況の把握ができ、適時適切に避難指示等の判断ができる手法を提案する。

5 住民の行動分析

(1) 住民へのアンケートの結果

2014年に浸水被害を受けた木頭出原地区の住民を対象に、災害関連情報の入手状況等についてアンケート調査を行った。配布方法は10月下旬に那賀町役場を通じて各戸配布した。配布数84通に対して回収数32通、回収率38.17%であった。以下に分析結果を示す。

回答者の属性は図-4のとおり、約8割が60歳以上で、男女比は概ね半分であった。この結果だけで高齢者の多い地区と断定はできないが、この地区は過疎化、高齢化が進んでいる地区である。

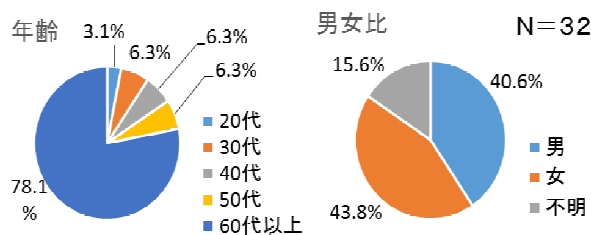


図-4 回答者の属性

次に、今回の出水で避難をしたのか、避難先はどこかを尋ねた結果を図-5に示す。アンケートに応じていただいた住民の約半数が避難をしており、その避難先は指定避難所が約6割であった。

今回避難をした人に自宅に危険度を尋ねた結果を図-6に示す。自宅を危険かどちらかといえば危険と回答した人は約3割であった。このことから、何度か浸水被害が発生している地区ではあるが危機意識を持つ住民が少なかったことが分かる。なお、アンケートの回答者全体でもその割合は変わらなかった。

避難をした人の避難のタイミングにたずねた結果を図-7に示す。気象警報や避難勧告で避難した人が合わせて約3割、水が迫ってから避難した人は約5割であった。これは自宅に危機意識を持つ住民が少なかったことから、気象警報や避難勧告等の情報より実際に水が迫ってくるという危機に直面してから対応になったものと考えられる。

避難をした人が避難勧告等の情報を入手した時期は図-8に示す。災害が発生する前に知っていた人が約8割であった。このことから、住民の災害に対する意識は高く、役場からの情報にも関心が高い地区であると思われる。また、気象警報についても約9割の人が災害の発生よりも前に知っていたとの回答を得ている。

アンケートの回答者全員から避難勧告等の情報の入手方法について複数回答で得た結果を図-9に示す。テレビとCATV（ケーブルテレビ）による入手が合わせて約6割になる。これは出水時に那賀町がCATVで災害関連情報等を切れ目なく発信していることによると思われる。防災行政無線も約2割と高いことから、支所からの情報に提供が重要であることがわかる。スマートフォン・携帯電話が少ないのは回答者の多くが60歳以上であったためと思われる。

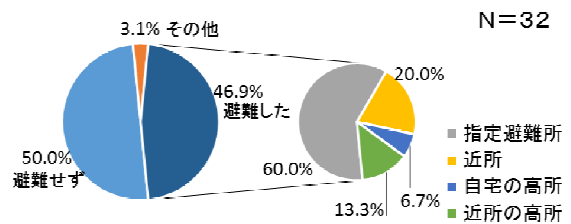


図-5 避難行動の有無と避難先

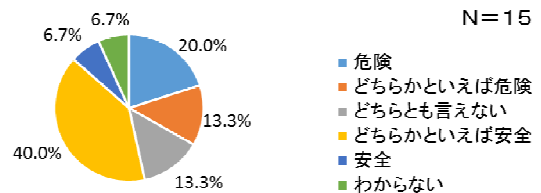


図-6 自宅の危険度

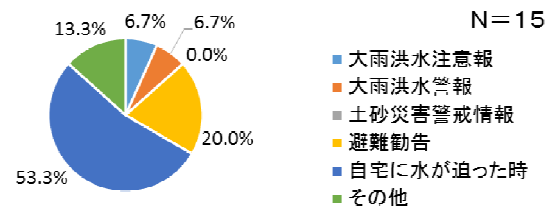


図-7 避難のタイミング

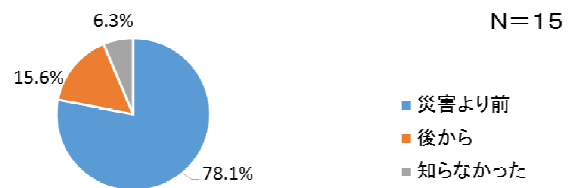


図-8 避難情報の入手した時期

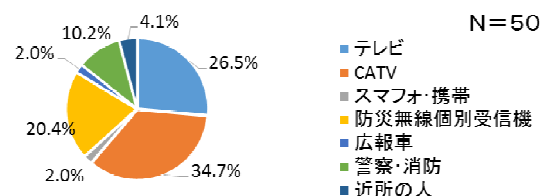


図-9 避難情報の入手方法

(2) 課題の抽出とその対策案

住民へのアンケート結果から、当該地区の住民は気象情報や避難情報等への関心は高いものの危機意識は少なく、水が迫ってきてから避難をした人が多かったとわかる。これは、大本・藤見・小場¹¹⁾をはじめとする先行研究で示されたように、避難勧告が活かされていないことが認められる。今回のように水が迫ってからの避難では被災する危険性が高いため、避難勧告等に対する住民の理解と行動が課題である。

このため、支所の職員が河川水位や気象警報がどういった状況になると避難勧告等を発令するという避難勧告等の基準を作成し、地元消防団員等と情報を共有することが重要である。さらに、住民にも避難勧告等を早く正確に伝え、迅速で安全な避難を促す必要がある。アンケート結果によるとこの地区の住民はテレビ、CATVや防災無線より情報を入手される方が多かったこと。また、宮田らによる研究¹²⁾で指摘を参考として、この地区の住民への情報提供の手法としては、インターネットによる情報配信を強化するよりも、CATVや防災無線により河川の状況をわかりやすく伝えることが効果的と考える。

また、この地区は過去に何度も被害を受けているにもかかわらず、自宅に危機意識を持つ住民が約3割と少なかった。これは、1985年に左岸側の護岸が整備された後、左岸側への氾濫が発生していなかったことが影響していると思われる。このため、行政は過去に被災した地区については、河川管理者から浸水想定区域図の提供がなくても、住民に対して過去の災害やそれを越える洪水が発生する災害リスクや災害時の心構えなどについて、継続的に周知する必要がある。

6 避難判断基準の作成

木頭出原地区では、先に述べたとおり、国や県がインターネットで提供している河川の水位情報で近傍の水位情報を入手することができないため、出水時には木頭支所の職員が限られた情報と現地での目視確認により避難勧告等を発令している。

本研究では、木頭支所の職員が出水時にいつでも、同じ基準で河川状況の判断ができるように、また、その状況に応じて適切なタイミングで避難勧告等が発令できるよう、量水標の設置とその量水標に基づいた避難勧告等の発表基準を作成し、明確に示すことを提案する。さらに、「どのような状況になれば、避難勧告等が発令され、避難をする」ということを「防災行動計画」にまとめて、防災関係機関だけでなく住民へも周知を図ることを提案する。

(1) 対象範囲の設定

本研究の対象範囲は、2014年8月に浸水被害が発生した出原橋付近から下流の蔭井橋までとする。

(2) 量水標の設置について

量水標の設置場所については、木頭支所から近くて両岸から見やすい出原橋の橋脚に設置する。しかし、出原橋付近は土砂の移動が激しく、河床高が変動しやすいため、出原橋の桁下から水面までの高さで判断できるように設定する。また、量水標は目盛りだけのものではなく、水位周知河川の水位設定を参考に、はん濫発生水位、避難指示や避難勧告の目安となる水位を設定し、それぞれ色分けをして設置することで、誰もがわかりやすくする。

(3) 避難勧告等の発令基準の設定

避難勧告等の発令基準は、避難のために必要なリードタイムを考慮する必要がある。木頭支所の職員が出原橋で水位を確認後、帰所して情報発信するまでに約10分、避難場所は左右岸とも集落に近い公民館であり最も遠い家から約200m程度であることから移動時間は約5分¹³⁾とする。住民に情報が届いてから避難開始までの時間を約10分¹⁴⁾とすると表-3のとおり、リードタイムは25分になる。ここでは、降雨時の歩行速度は想定よりも遅くなることを考慮して30分をリードタイムとする。

表-3 リードタイムを整理した表

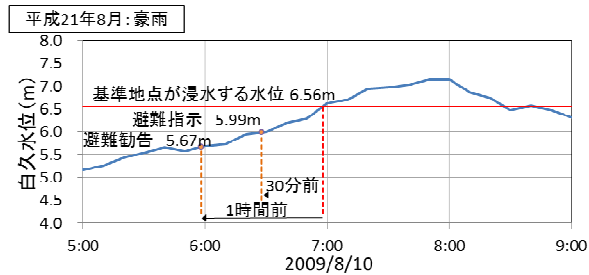
	行動等	時間(分)	備考
那賀町	情報入手+判断 情報発信	10	
住民	情報入手+避難行動開始	10	深夜の行動開始までの時間
	避難行動(移動時間) [※] (小計)	5	$200\text{m} \div (60\text{m}/\text{分} \times 0.8) = 4.1\text{分}$
合計		25	

※：避難場所までの最遠距離を200mと想定し、老人自由歩行速度で算出
老人自由歩行速度は消防庁の津波避難対策推進マニュアル検討会報告書より

(4) 出原橋での避難勧告等の発令基準の設定

出原橋地点における避難勧告等の発表基準の設定に際して、基準点は出原橋から蔭井橋間で最も早く住宅に影響が出る右岸側の護岸の天端とする。2014年8月台風第11号の出水の再現計算を基に、基準点の浸水開始流量を把握し、出原橋地点の水位に換算する。また、浸水開始時点の白久水位を小見野々ダム流入量と白久水位との関係から推定する。次に、2005年から2014年に発生した4洪水で、基準点から浸水が始まる白久水位からリードタイム分を遡って避難勧告等の目安となる白久水位を求める。図-10はこの

度の基準の基になった 2009 年 8 月豪雨による検証結果である。この白久水位から流量を推定し、出原橋桁下からの距離を算出した結果、表-4 のとおりとする。図-11 は量水標を設置した状況である。



項目	白久水位	出原橋(桁下からの距離)	
	グラフ値	計算値	決定値
氾濫発生	6.56m	1.19m	1.2m
避難指示	5.99m	1.75m	1.7m
避難勧告	5.67m	2.07m	2.2m

図-10 白久水位局水位によるリードタイムの検証

表-4 白久水位と出原橋桁下からの距離

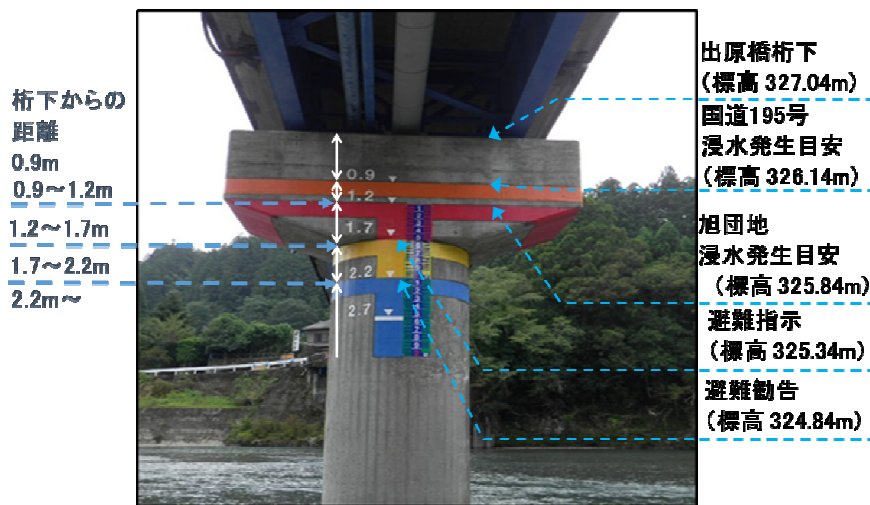


図-11 出原橋に設置した量水標

7 防災行動計画の策定

出水時による被害を最小限には抑えるには防災関係者の対応だけでは不十分である。住民の状況に応じた適切な対応が不可欠である。このため、予め防災関係機関が協議をして、時間軸に沿って気象や水象状況に応じた避難行動に関する対応を事前に防災行動計画を策定しておき、共通認識の下で対応することが望まれる。

(1) 防災行動計画の策定

本研究では、木頭出原地区において、台風に伴う洪水を対象とする住民の避難行動に焦点を当てた防災行動計画を策定して図-12 に示す。策定に際しては以下の a)~c)の項目を考慮してまとめた。

a) 構成

- ・ 左端に台風の洪水によるはん濫発生時点（右岸側の川切地区の胸壁天端高の水位に到達）を「0時」とし、72時間前からの時間を左端の列に設定する。
- ・ 2列目には72時間前から想定される「気象・水象情報」の列を設ける。
- ・ 3列目から5列目には防災関係機関として、小見野々ダム管理者、那賀川と国道195号の管理者である徳島県南部総合県民局、那賀町役場の列を設ける。
- ・ 右端の列には住民等の列を設ける。

b) 記載内容

- ・ 「気象・水象情報」の列には気象警報・注意報や気象情報、出原橋に設置する量水標の水位情報等を時系列に沿って記載する。
- ・ ダム管理者（四国電力）の列には、那賀町に情報提供している白久水位、上流域の雨量状況等の内容

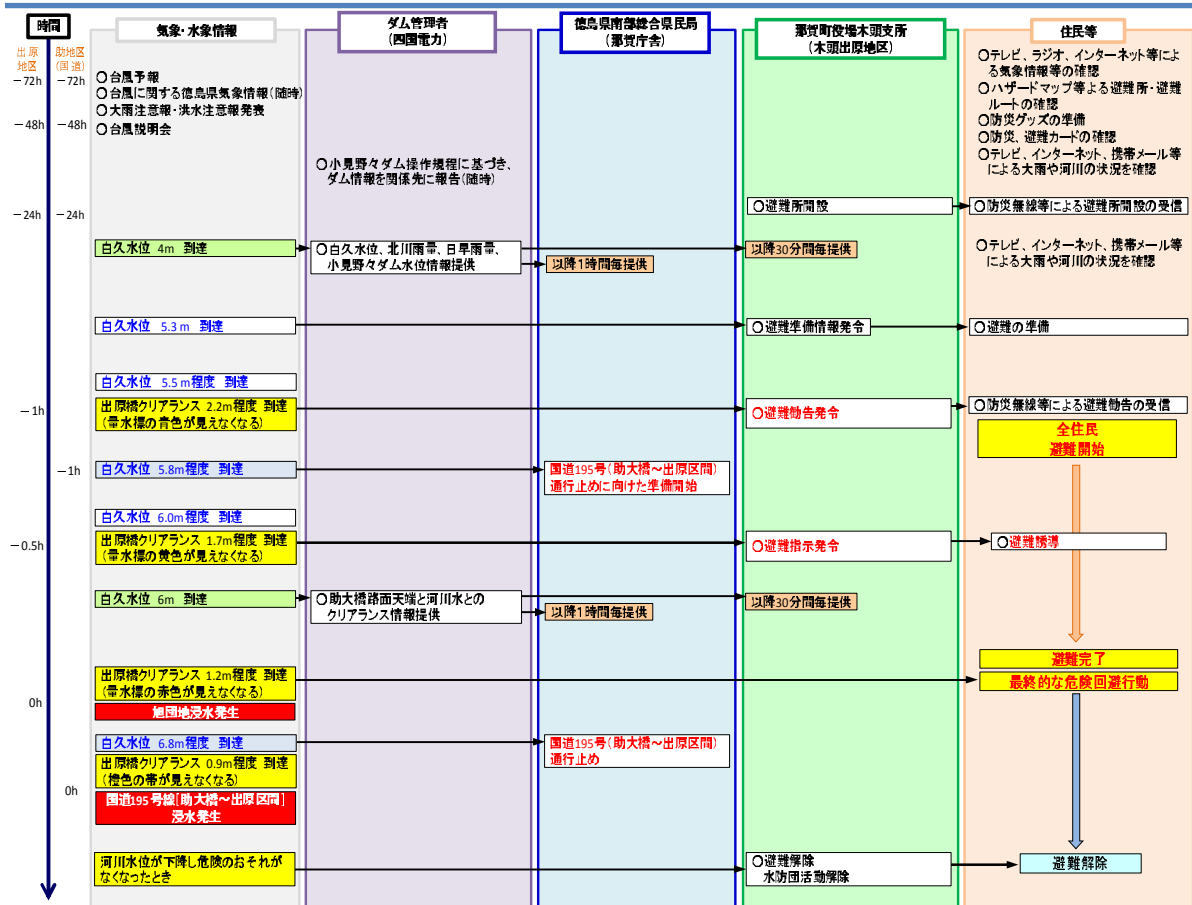
をとその時期について記載する。

- ・ 徳島県南部総合県民局の列には所管する国道 195 号の通行止めに関する内容を記載する。
- ・ 那賀町役場木頭支所の列には、気象・水象情報の水位状況に応じて発令すべき避難勧告等を記載する。
- ・ 住民等の列には、気象・水象情報や避難勧告等の発令に応じて、住民がすべき避難行動等を記載する。

c) 関連性の確認と表示

- ・ 記載項目のうち、避難行動に直接関連する項目を枠で囲み矢印で繋ぐことで、それぞれの関係をわかりやすく示す。

台風の接近・上陸に伴う洪水を対象としたタイムライン(那賀町木頭出原地区)



注) 降雨状況等により、前後する可能性がある。

図-12 防災行動計画

(2) 住民への周知

防災行動計画は関係機関や住民がその内容を理解し行動することで効果が発揮される。那賀町役場は地元消防団に詳しく説明した後、自治会で避難のタイミングなどを説明する必要がある。さらに、想定を超える洪水の発生等の恐れがあることについても説明し、早く安全な場所に避難することが被害を最小限にすることを説明すべきである。

(3) 防災行動計画の効果

防災行動計画策定後の 2015 年 7 月に襲来した台風第 11 号により木頭出原地区は 2 年連続で浸水被害が発生した。その時の木頭支所の対応について町役場の職員にヒアリングを行い、以下のコメントがあった。

- ・ 量水標の設置により、以前より水位の状況がわかりやすくなり、速やかに避難指示の発令ができた。
- ・ 想像以上に早い急激な水位上昇だったが、対岸で活動する消防団との連携により避難ができた。
- ・ 一定の水位で赤色灯が回転するとか CATV で水位が見えると住民も状況がわかりやすくなる。

これらのことから、本研究による取り組みは一定の効果があったと考える。今後も水位情報が確実に入手できるよう取り組むとともに、住民が迅速で安全な避難行動が確保できるよう周知を図る必要がある。

8 まとめ

本研究により、河川管理者により水位観測が実施されていない河川でも、量水標の設置と避難勧告等の判断基準の設定、防災行動計画の策定を組み合わせることで

- ・ 出水時の対応の「見える化」が図られること
- ・ 行政は適切に避難勧告等の発令が可能となること
- ・ 住民も避難すべきタイミングが自ら判断できること

などの効果が期待できる。

今後も「防災行動計画」について継続的に見直しを行うとともに、災害リスクや対処方法を住民に平易に伝えることが豪雨による被害を軽減には重要である。

謝辞

本報告書の作成に当たり国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所、那賀町地域防災課、四国電力株式会社徳島支店及び徳島県県土整備部河川整備課の皆様から貴重な情報や資料等を賜りました。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省：新たなステージに対応した防災・減災の在り方，<http://www.mlit.go.jp/common/001066501.pdf>, 2015. (2016年9月20日閲覧).
- 2) 国土交通省：浸水想定区域図・洪水ハザードマップ，
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/2016>. (2016年9月20日閲覧)
- 3) 国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部：防災行動計画WG中間取りまとめ，
<http://www.mlit.go.jp/common/001037392.pdf>， 2014. (2016年9月20日閲覧)
- 4) 国土交通省：避難勧告等の発令に着目したタイムラインの概要，
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/timeline/pdf/timeline05.pdf>, 2016. (2016年9月20日閲覧)
- 5) 朝位孝二，古賀将太，榊原弘之：洪水経験のある住民のハザードマップ配布前後の防災意識構造の比較，
土木学会論文集B1（水工学）vol.67, No.2, pp30-40, 2011.
- 6) 牛山素行，片田敏孝：2009年8月佐用豪雨災害の教訓と課題，自然災害科学，vol.29, No.2, pp.205-218, 2010.
- 7) 国土交通省姫路河川国道事務所：局地的豪雨による被害軽減方策 提言，
https://www.kkr.mlit.go.jp/himeji/iin/gouu_higai/pdf/8kai_siryos.pdf, 2011. (2016年9月20日閲覧)
- 8) 気象庁徳島地方気象台：平成26年台風第11号による徳島県の大雨と暴風について，
http://www.jmanet.go.jp/tokushima/disaster_report/report20140811.pdf, 2014. (2015年6月30日閲覧)
- 9) 国土交通省四国地方整備局：平成26年台風11号を踏まえた今後の出水対応を検討する会，
「第1回 平成26年8月29日 資料4 台風11号の雨量,河川水位の状況等について」，
http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/h260829/04_uryousuijoukyou.pdf, 2014. (2015年6月18日閲覧)
- 10) 徳島県南部総合県民局：H26 那土 那賀川他 那賀・木頭出原他 水痕跡調査業務報告書，2015.
- 11) 大本照憲，藤見俊夫，小場隆太：河川災害における住民の避難行動と災害が威力の相関分析，土木学会水工学論文集，
第52巻，pp.451_1456, 2008.
- 12) 宮田英樹，木内邦治，塚本唯，田中衛，犬山正，福村誠：千代側流域のける住民との協働による防災・減災の取り組みについて，
土木学会論文集F6（安全問題）vol.69, No.2, pp1_115-I_120, 2013.
- 13) 消防庁国民保護・防災部防災課：津波避難対策推進マニュアル
アル検討会報告書（平成25年3月），pp.22-25, 2013.
- 14) 中央防災会議・南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：
南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）（平成24年8月），p28, 2012.