

熊野川タイムラインの取り組みについて

加藤 翔¹

¹近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 調査第一課 (〒646-0003和歌山県田辺市中万呂142)

熊野川では、2011年度の台風12号により、未曾有の洪水被害を受けた。本台風で大きな被害を受けた紀宝町は、米国ニュージャージー州にて2012年ハリケーン「サンディ」来襲時に試行された事前防災行動計画（タイムライン）に着目し、2014年2月に検討部会を設立し、計画策定に取り組むこととなった。また、紀南河川国道事務所では、防災行動を起こす基準となる河川情報を発信する立場として計画策定を支援した。本稿では、国土交通省「水災害に関する対策本部会議」の方針及び検討部会を契機に熊野川における台風時の自治体への河川情報の提供・河川管理施設の実確な操作等の熊野川タイムラインの取り組みについて報告するものである。

キーワード タイムライン 河川情報提供 防災体制 洪水危機管理

1. はじめに

(1) 熊野川の概要

熊野川は、その源を奈良県吉野郡天川村の山上ヶ岳に発し、途中で北山川と合流し、熊野灘に注ぐ流域面積2,360km²、幹線流路延長183kmの一级河川である。紀南河川国道事務所では、図-2のように熊野川河口から5km、支川市田川合流点より2km、支川相野谷川合流点より5.7kmを国管理区間として管理している。



図-1 熊野川流域図



図-2 熊野川管内図



写真-1 熊野川河口付近

(2) 2011年台風12号による未曾有の被害

2011年8月25日に発生した台風12号は、熊野川上流の大台ヶ原地点にて6日間の総雨量が2,000mmを超える未曾有の豪雨をもたらした。基準地点（相賀）においては、計画規模（19,000m³/s）を大きく越える24,000m³/sの洪水が起こり、国管理区間沿川で約3,000戸の家屋浸水が発生するなど大きな被害が発生した。



写真-2 熊野川の越水による浸水



写真-3 鮎田水門付近の状況



写真-4 高岡輪中堤の転倒



写真-5 新宮市相筋地区の浸水

これらを受け、熊野川の直轄管理区間は、2011年12月に激甚災害対策特別緊急事業に採択され、台風12号の再度災害の防止を目的に熊野川本川の河道掘削、堤防整備、堤防強化等を実施している。また、支川の相野谷川では、輪中堤の嵩上げ等の災害復旧事業を実施している。

2. 台風12号を教訓とした課題

(1) 紀宝町の避難行動・課題の課題

台風12号で大きな被害を受けた紀宝町では、洪水発生時の水防活動や避難行動の課題を水防団や住民へのアンケートを実施している。

① 住民避難の課題

- ・家の方が安全・避難所の設備に不満があるため、自主的にしない人が多い
- ・自主防災組織が日中に動ける人がいない
- ・相野谷川は急に水位の上がる河川のため、冠水による孤立集落・住居が頻繁に発生する

② 水防活動の課題

- ・水防団の約4割の人が河川情報を直接目視で確認し、経験により判断し、行動している。

紀宝町では、上記のように自主的に避難しない、情報を自ら得て判断し行動していることが課題である。また、相野谷川沿川は急に水位が上がるため、早めの避難を行わなければ孤立することとなる。



写真-6 相野谷川沿川の冠水状況 (台風12号時)

(2) 紀南河川国道事務所の防災体制の課題

熊野川では、毎年のように台風が襲来し、その都度事務所の防災体制を立ち上げ、警戒にあたっている。事務所の防災体制は、風水害対策運営計画に基づき大雨、洪水及び高潮に関する注意報や熊野川等の水位が一定の基準を上回った場合等を起点として、行動内容を定めている。また、洪水時の自治体への情報提供は、熊野川等の水位が避難判断水位を上回った場合、通報することとしている。

風水害対策運営計画では、誰が何を実施するのかが明確に記載されているが、「いつ」については、具体的な記述がなく、「災害発生規模・範囲に応じて判断する」としか記述されていないものも多い。

3. 紀宝町のタイムライン導入

(1) タイムラインとは

近年、こうした課題に対応するツールとして、米

国のハリケーンに対する取り組みとして導入しているタイムラインが注目されている。

タイムラインとは、事前にある程度被害の発生が見通せるリスクについて、被害の発生を前提に時間軸に沿った防災行動を策定しておくことである。

台風上陸までの時間	2013年ハリケーン「サンディ」	2011年台風12号
96時間前 (4日前)	住民避難の計画と準備	
72時間前 (3日前)	州知事による緊急事態宣言	
48時間前 (2日前)	防災行動レベルを格上げ 避難所準備車による (一方通行) 避難の準備	
36時間前	州知事・避難勧告・発表 郡と州の避難所開設 避難の開始	大雨洪水注意報
24時間前	公共輸送機関の停止	大雨洪水警報 紀宝町・避難勧告 (高岡輪中堤)
12時間前	緊急避難のよびかけ	紀宝町 避難勧告 紀宝町・避難勧告及び避難指示 (熊野川・相野谷川沿川地区)
上陸時 (0時間前)	警察・消防団は活動停止、避難	紀宝町 避難指示

図-3 ハリケーンサンディと台風12号時の紀宝町の防災行動の比較

タイムライン先進国である米国では、2012年のハリケーンサンディ発生時に各地で多くの被害が出たが、ニュージャージー州ではタイムラインに基づき対応した結果、被害を軽減することに成功したという事例がある。図-3のように、ハリケーンサンディの対応と台風12号時の対応を比較すると、サンディの場合、上陸72時間前には州知事より非常事態宣言が発令しており、事前の防災行動が行われているが、台風12号では大雨洪水注意報、警報発令に沿って防災行動を行っていることがわかる。

(2) 紀宝町でのタイムラインの導入

表-1に示すように熊野川流域では浸水被害を生じさせる水害の多くは台風によるものである。

発生年月日	降雨成因	被害状況		
		浸水面積(ha)	床上浸水(戸)	床下浸水(戸)
昭和57年8月	台風10号	約270	約580	約2080
平成2年9月	台風19号	約280	約210	約370
平成6年9月	台風26号	約180	約40	約80
平成9年7月	台風9号	約380	約380	約1050
平成13年8月	台風11号	約170	約70	約30
平成15年8月	台風10号	約130	約40	約10
平成16年8月	台風11号	約110	約40	約10
平成23年9月	台風12号	約430	約2160	約1160

※上記の浸水面積及び浸水戸数については新宮市・紀宝町の合計値

表-1 熊野川における主要洪水

タイムラインは、ある程度被害が見通せる災害について防災行動を策定しておくことで防災・減災を図るものであり、台風等の災害が起こるまでの時間猶予がある災害に対して有効な手段である。

タイムラインの導入効果として、

- ・各担当の役割、行動時期等を明確にすることで対応漏れを防ぐ
- ・早めの防災行動による避難行動・水防活動の余裕確保
- ・既往水害の「ふりかえり」を行うことにより、

課題や教訓の継承ができる
 などがあり、今後の災害対応に関しての手段として非常に有用なものである。

(3) 紀宝町でのタイムライン策定検討部会について

紀宝町では、2014年2月よりタイムライン策定検討部会（以下検討部会という）を設置した。検討部会では、台風等の防災行動を起こす基準（以下トリガーという）となる気象情報、河川情報を発信する津地方气象台、紀南河川国道事務所の他39の組織が参画した。検討部会は4回にわたって行われ、紀南河川国道事務所は防災行動を起こす基準となる熊野川及び支川相野谷川の水位情報及び河川防災情報の提供を提案した。

構成委員	CeMI 環境防災総合政策研究機構 紀宝町 関係各課、紀宝町校長会、紀宝町社会福祉協議会、紀宝町自主防災組織、連絡協議会、紀宝町区長会、紀宝町消防団、紀宝町医師会
	三重県紀宝警察署 熊野市消防署紀宝分署 津地方气象台 三重県紀南地域活性化局、 熊野建設事務所、 熊野農林事務所 近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 中部地方建設局 紀勢国道事務所 関西電力(株) 電源開発(株) 他

図-4 検討部会に参画した組織

Time (何時)	防災行動 (何を)		調整・連携支援組織 (誰が)
〇〇時間前	行動内容	その基準	組織、主体
いつ、誰が、何をするかを規定			

図-5 紀宝町タイムラインの構造イメージ

紀宝町で策定するタイムラインは、地域防災計画（風水害対策編）の補完（事前行動・具体行動）する付属書（行動要領）として位置づけ、図-5のように台風上陸の時間をゼロアワーとし、120時間前から上陸後72時間の間にいつ、誰が、何をするかを事前にまとめたものである。

検討部会では、主に図-6及び以下の手順で検討が進められた。まず台風12号の教訓から防災行動の抽出を行った。さらに、防災行動のトリガーとなる情報を津地方气象台及び紀南河川国道事務所より共有した。

その後、抽出された防災行動項目を基にタイムラインの素案を作成。再び検討部会にて確認と改善を行った。その後、防災行動のトリガーを定め、どの状況で防災行動を次のステップへ移行するか議論が行われ、運用を行った。

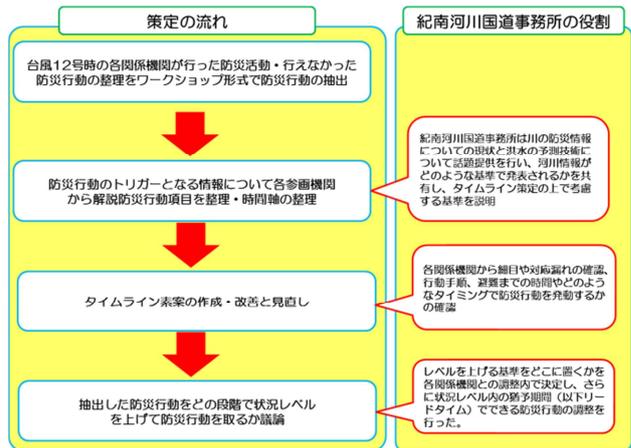


図-6 紀宝町でのタイムライン策定の流れ



写真-7 タイムライン検討部会の状況



写真-8 リードタイムの検討状況

4. 熊野川タイムラインの検討

紀南河川国道事務所では、従来、風水害対策運営計画に基づき、台風の進路を考慮しつつ、雨や水位の状況に応じて行動を実施する後追い型の防災行動を行っていた。しかし、水防警報や水位危険情報を出す際、昼夜問わず水防団待機・出動指示をする恐れがある。

また、樋門や水門を操作時も昼夜関係なく操作員

へ指示することも予想され、かつ河川管理施設の確実な操作ができないおそれがある。

さらに、河川管理施設や水文観測所に万が一トラブルが起きた場合、熊野川管内は遠方のため、途中の道路寸断等により点検業者が対応できない恐れがある。

そのため、あらかじめ台風の状況に応じて状況レベルを表-2のように整理を行った。

実際の行動は土木系職員だけでなく、河川管理施設を担当する電気通信係や機械係と連携し、いつまでに誰が何をしなければならぬかを整理している。

状況レベル	基準	防災行動項目	実行する係
レベル1	台風が発生～台風の中心の位置が北緯20度以上、東経120度～145度にある	体制要員確保	全係
		河川管理施設の点検・確認	機械係
		防災対策用資機材の確認	地防防災調整官
		CCTV・テレメータの動作確認	電気通信係
		災害対策車の作動確認	機械係
レベル2	台風が中心位置が北緯20度以上、東経120度～145度にある～台風上陸2日前	工事施工業者への注意喚起	工務係
		洪水観測測字受下施設の現地動作確認	専門調査員
		洪水予測システム業者への注意喚起	通信係
		各種防災会議への出席	調整係
		流量観測業者待機指示	専門調査員
レベル3	台風上陸2日前～水防団作戦開始に達する	航空写真撮影業者待機指示	専門調査員
		点検業者への待機指示	電気・機械係
レベル4	水防団待機水位～注意水位に達する	水防警報（待機→準備→出動）	地防防災調整官
		洪水予測、水門・樋門の情報を自治体に提供	地防防災調整官
レベル5	注意水位以上	水門・樋門操作員への出動指示	電気・機械係
		流量観測指示	専門調査員
		リモコン設備（必要時）	機械係
		陸上操作指示	全係
		監視体制強化	全係
		水門・樋門操作員の退避確認	機械係
		空運業者への出動指示	専門調査員
		避難・被災情報の収集	調整係
		被害情報などを本局へ情報提供	地防防災調整官
		応急復旧対策を検討	工務係
記者発表資料の作成	調整係		

表-2 各レベルの防災行動の事前整理

5. タイムラインの試行

(1) 2014年台風8号でのタイムラインの試行

紀南河川国道事務所でも、国交省の「水災害に関する対策本部会議」の方針及び紀宝町でのタイムライン策定検討を契機に防災行動をタイムラインとして試行した。紀南河川国道事務所では、2014年7月の台風8号時に初めて試行した。

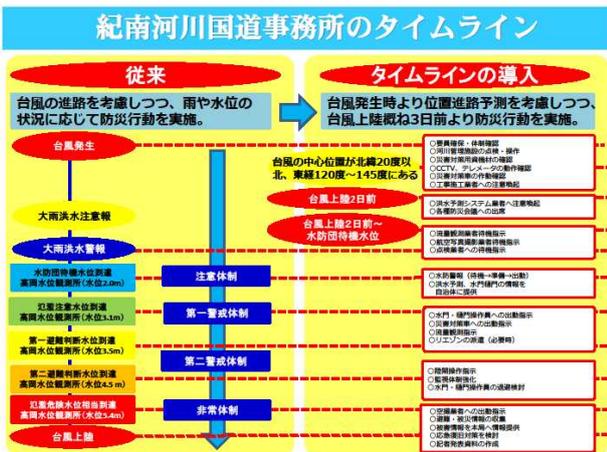


図-7 紀南河川国道事務所の防災行動の比較

台風8号では、上陸の約120時間前から体制要員の確保、河川管理施設の点検、災害対策用資機材の確認、CCTV・テレメータの動作確認などを行う。また、上陸48時間前より各種防災会議への出席、8時間前には種

門・水門操作員へ事前に出動の可能性を伝えることを伝えておく。また流量観測業者及び航空写真撮影業者への待機指示などを行った。

タイムラインの進め方は、台風が来ると判明した時点で、担当者を集めてのミーティングを行い、事前に用意した防災行動リストをチェックし、各自の役割、当日の防災行動の確認を行い、規定の防災行動が終われば、防災行動記録表に指示時刻・終了時刻等をまとめ、防災行動に漏れがないかを確認した。



写真-9 ミーティングの様子



写真-10 調整会議の様子

さらに、熊野川流域の洪水が台風起因することが多いことから、過去の類似台風の経路や被害、水位の上昇状況等の資料を整理し、接近中の台風に対してどのタイミングで水防警報の発令や管理施設の操作指示等を行うかを予測した。

(2) 台風8号の反省

台風8号でのタイムラインに基づいた防災行動を行い、その中の検討課題を以下に記す。

① 情報伝達に関する課題

- ・ 関係機関の連絡先に間違い等が存在
- ・ 洪水予測のため、ダムの毎時放流情報の所内共有が必要
- ・ 洪水予測等の自治体提供情報を自治体が充分理解できない。

②時系列情報（クロノロ）整理にあたっての課題

- ・防災行動記録の作成に手間がかかり、職員が一人張り付かなければならない
- ・防災行動のチェック体制ができていない

③関係機関・業者との連携に関する課題

- ・点検業者と連携が取れず、やむを得ず職員が点検を行った
- ・紀宝町との調整会議へ頻繁に出席できない

(3) 行動改善

これらを受けて、次出水時にいくつかの改善を試みた。まず、①に対しては、紀宝町防災関係者とのメーリングリストを作成し、熊野川等の洪水情報（水位予測、水門・樋門の操作状況）を定期的に情報提供するものとした。水位予測情報を前年度業務にて改良された洪水予測システムの活用し、図-8のように情報を受け取る側に理解しやすい資料づくりを行った。

②に対しては出水期間中で解決が困難であったため、次項のシステムの開発により解決を試みている。

③については、樋門・水門点検業者の事前点検を指示し、トラブル時にはすぐに対応ができるようにした。また、洪水の最中でもトラブル発生時に対応できるよう現地待機を指示した。また、紀宝町が遠方であり、頻繁に行き来して会議を行うことができないことからスカイプを導入し、写真-11のように紀宝町とのTV会議を開設した。

たが、新たに樋門等の内外水位（図-9参照）及び雨量レーダー情報を速やかに自治体へ提供することによって余裕を持った防災行動ができるよう支援を行った。



写真-12 河川CCTV映像

樋門 樋管等現況表 観測時刻 2015/02/05 16:50

	内水位 [m]	外水位 [m]	1号ゲート [左岸]	2号ゲート [右岸]	3号ゲート		内水位 [m]	外水位 [m]	1号ゲート [左岸]	2号ゲート [右岸]	3号ゲート
市田川水門	▲ 0.18	0.17	全開	全開		野田水門	▲ 0.14	0.19	全開	全開	全開
竜光寺樋門	3.26	2.97	全開			野田第1樋門	3.44	1.09	全開		
船町第2樋管	4.06	3.83	全開			野田第4樋門	3.88	3.86	全開		
船町樋管	5.26	2.44	全開			高岡第1樋門	2.97	2.26	全開		
相筋第3樋門	4.62	4.61	全開			高岡第2樋門	2.80	3.01	全開		
相筋第2樋門	7.43	6.96	全開			大里第3樋門	7.14	6.87	全開		
相筋第1樋門	6.24 ▼	6.14	全開			大里第4樋門	6.22	6.24	全開		

図-9 樋門の操作状況図

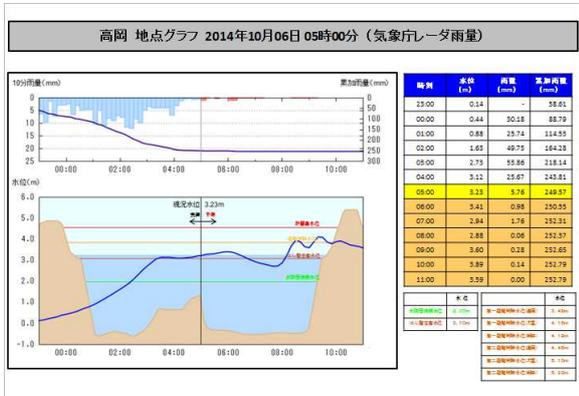


図-8 改良した予測情報

6. 熊野川洪水危機管理システムの構築

(1) タイムラインの高度化（過去の類似台風の検索）

タイムラインを進める際に、台風の進路に応じた適切な行動及び判断を時間軸上で検討を行わなければならない。また、熊野川の主要洪水は台風起因するものが多いため、過去の類似台風を検索し、当時の水位や浸水状況を時系列順に把握できれば、行動及び判断を支援できると考えられる。



写真-11 TV会議の状況

さらに、これまでは河川のCCTV映像の提供を行って

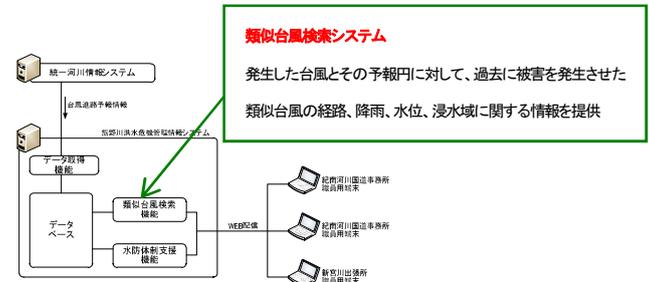


図-10 熊野川洪水危機管理システムの構成

前項(2)②のように台風に対しての防災行動を行うタイミングを計るための過去の類似台風の選定、資料整理及び防災行動記録（以下クロノロという）

や防災行動の完了及び未了のチェックについては、最後まで人の手で行っていったため、出水期後にこれらを効率化するためのシステム構築を図-11のように行った。

実際の運用方法は、統一河川情報システムから配信される現接近台風のデータをもとに過去の類似台風を検索する。類似台風を検索することで、

- ①当時の台風の水位の上がり方や浸水の範囲がわかる
- ②過去の水防警報や避難指示のタイミングを把握することができる。

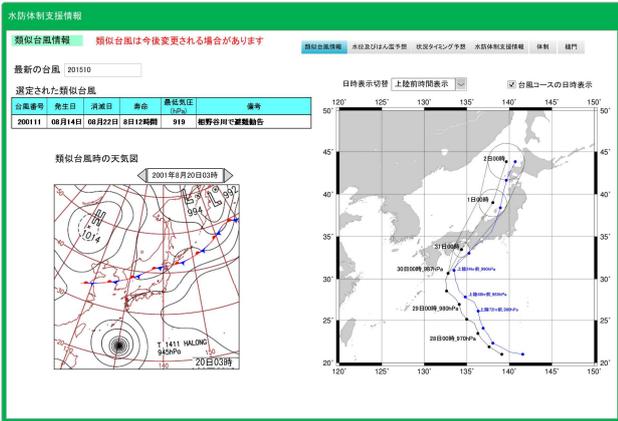


図-11 類似台風の検索

これらのデータから、現在接近中の台風に対して、水位の上がり方から水防警報のタイミング、あるいは避難勧告・指示のタイミングを計ることができるため、事前防災行動計画を作成するにあたって有益な資料となる。

(2) 分析に基づくタイムライン作成支援

洪水危機管理システム上で災害対策本部運営計画、水防計画書より防災行動項目を整理し、状況レベルごとに防災行動を整理している。

統一河川情報等より得た現接近中台風の予測データを基に現在状況がどのレベルにあるかを表示し、いつ、誰が、何をしなければならないのかを抽出している。

また、このシステムには各班の役割、災害行動の対応、未対応をチェックする機能がある。これらを駆使することで、

- ①いつ、誰が、何をするのかを把握でき、漏れの無い防災行動が可能となる。
- ②従来口頭もしくは手書きで行っていた防災行動のチェックがシステム上で可能となり、かつ関係職員に共有ができる。

これらの利点からより確実な事前準備、河川情報提供、河川管理施設の操作へ今後寄与すると考えられる。

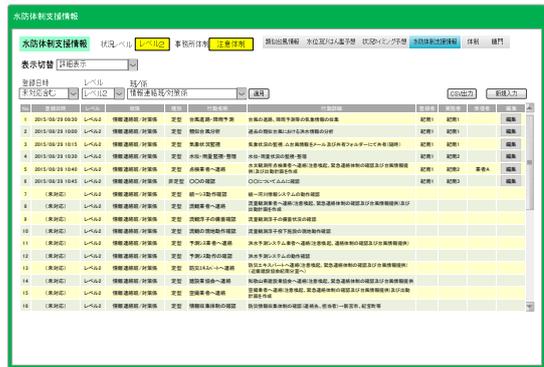


図-12 防災行動の対応状況の共有



図-13 状況タイミングの予想

7. おわりに

タイムラインに基づいた防災行動を行い、2014年度は各自で反省点を抽出し、試行錯誤を繰り返しながら改良を進めた。今後は、2015年の出水に対して運用し、課題を改善しながら防災活動を行っていく。

また、2015年2月21日に「紀宝町における台風等風水害に備えた事前防災行動計画（タイムライン）の連携に関する協定」が紀宝町、紀南河川国道事務所、紀勢国道事務所、津地方気象台で締結され、今後より一層の連携により防災・減災を確立する。



写真-13 タイムライン協定締結式の状況

参考文献

1) 田中・由良・佐々木・白波瀬・下川・加藤
実績台風進路に基づく防災事前行動計画の作成とそれを支援する類似台風検索システムの構築 河川技術論文集 第21巻 2015年6月 掲載予定