

# 小学校における河川はん濫に対する高台避難のためのタイムライン整備に向けた実践研究

小池 則満<sup>1</sup>・森田 匡俊<sup>2</sup>・深津 幸春<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 愛知工業大学教授 工学部 土木工学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247)

E-mail:koike123@aitech.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 岐阜聖徳学園大学専任講師 教育学部 (〒501-6194 岐阜県岐阜市柳津町高桑西一丁目一番地)

E-mail:mmorita@gifu.shotoku.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 豊田市立益富中学校校長 (〒471-0802 愛知県豊田市志賀町浜居場625)

E-mail:c-masutomi@toyota.ed.jp

河川はん濫に対する避難行動について、避難に要する時間（リードタイム）を考慮した避難判断水位やはん濫危険水位の設定を、より実効性のあるものにするためのタイムライン作成が求められている。

そこで、本研究では、洪水予報河川の直近にある小学校を対象に高台避難も含めたタイムラインを提案し、保護者へのアンケートや避難訓練のデータを取り込んで、とりまとめている点が特徴である。

**Key Words :** *evacuation drill, time line, elementary school*

## 1. はじめに

河川はん濫に対する避難行動について、平成 26 年の内閣府による避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン<sup>1)</sup>、平成 28 年のタイムライン（防災行動計画）策定・活用指針<sup>2)</sup>が示されるなど、降雨や水位情報をいち早く捉え、適切な避難行動に結びつけるための取り組みがなされている。特に、避難に要する時間（リードタイム）を考慮した避難判断水位やはん濫危険水位の設定を、より実効性あるものにするためのタイムライン作成が求められている。

河川はん濫に関するタイムラインについての先行研究としては、徳永らが徳島県南部的那賀川中流域を対象に、防災行動計画、いわゆるタイムラインを提示している<sup>3)</sup>。ここでは、2014 年台風第 11 号における被害、行政の対応や住民へのアンケート調査から、リードタイム等の考察を行っている。現行の避難判断水位に加えて上流域にある長安口ダムの放流量も避難勧告の発表基準としているところが特徴的である。

金井らは要配慮者利用施設のタイムラインについて論じている<sup>4)</sup>。調査対象として被災経験のある 5 つの高齢者に関連する施設にインタビュー調査を行い、避難準備に要した時間や避難時間等についてとりまとめ、徳島県において被災した施設のタイムラインについて提案を行っている。受入施設への搬送時間を考慮すると住民より

も 1 時間早い行動が必要であると指摘している。

このように洪水予報河川や水位周知河川におけるタイムライン作成への取り組みに関する先行研究は存在し、特に出水の経験に基づいたタイムラインを具体的に作成している点は評価できる。しかしながら、タイムライン策定の方法に関する研究事例はまだ少なく、対象施設も限られたものとなっている。議論を深めるための研究蓄積が必要といえる。

そこで、本研究では研究対象施設として「小学校」を取り上げる。東日本大震災の例をひくまでもなく、避難誘導を誤ると幼い命が多数犠牲となってしまう。しかしながら避難勧告等が発令されてから授業を打ち切り、保護者の送迎を待ってから避難をして間に合うのか、という問題がある。間に合わない判断される場合に、避難勧告等が発令される前に授業を打ち切ることはできるのか、その判断基準はどのようにすべきなのか、保護者の送迎はどのくらいの時間で何割程度あるのか、といった問題を事前によく整理しておかなければならない。

大河川の直近に立地している小学校では、浸水による垂直避難によって命は助かっても、その後の孤立状態をどのように乗り切るか、という問題もある。もちろん内水はん濫の危険や河川堤防に切迫した危険がみられる場合には校舎の高層階へ緊急避難して待機という判断も必要であろうが、やはり被災後の孤立を考えれば事前に避難をしておくことが望ましいといえよう。

本研究では、洪水予報河川である矢作川のそばに立地する豊田市立元城小学校を取り上げて、はん濫リスクの高い小学校における越流を想定したタイムラインを作成する。全校避難訓練によって事前に児童達の避難時間を把握し、保護者への連絡、送迎、授業中断のタイミングなどを組み込んだタイムラインを作成する。単純に地先の行政機関から出される避難に関する情報に頼るのではなく、国土交通省等が提供するリアルタイム情報も取り入れたタイムライン整備を目指す。

まず、調査対象校の概要とハザードの現状を述べた後に、全校避難訓練において浸水域外までの移動時間測定を行って、高台避難に必要な時間を明らかにする。平成 27 年度および平成 28 年度の避難訓練概要と結果について述べ、両年の変化について言及する。

災害に対する保護者の意識、特に児童の送迎に関する問題を明らかにするためのアンケート調査の内容および結果について述べる。

以上の結果を踏まえて、当該小学校のタイムラインを作成する。これらの活動を通じて、河川はん濫に対する高台避難も含めた小学校の対応、防災情報発信のあり方について取りまとめ、今後の課題についても言及する。

## 2. 調査対象地域と避難訓練からみえる課題

### (1) 調査対象地域と学校

調査対象として、洪水予報河川である矢作川の近傍に立地する愛知県豊田市立元城小学校を取り上げる。豊田市立元城小学校は児童数 239 人、学級数 10 クラス、教職員数 24 人の小学校である。図-1 に示す通り、矢作川の西に立地しており、矢作川の堤防の天端は小学校よりも高く、さらに 2016 年 6 月に国土交通省より公表され

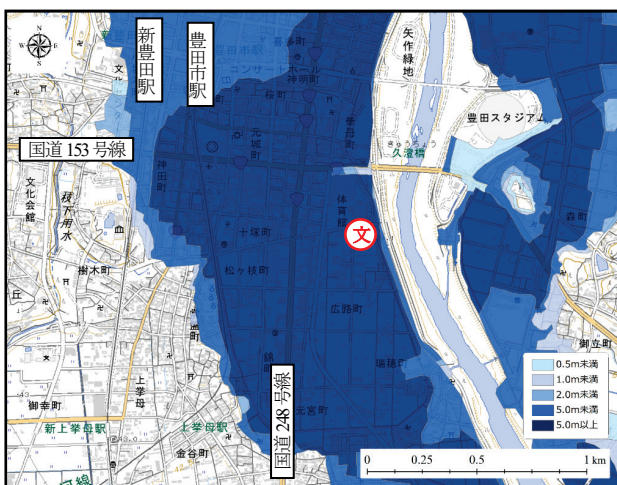


図-1 矢作川の浸水想定区域と元城小学校の位置  
『標準地図(地理院タイル)』と『国土数値情報 浸水想定区域データ』により作成

た矢作川の洪水浸水想定区域図<sup>5)</sup>によると元城小学校付近は 10~20m 未満の浸水深となっており、学校全体が水没することが危惧される。校舎には想定水位(7.5m)が示されている。

### (2) 高台避難訓練の概要

#### a) 平成 27 年度における高台避難訓練

平成 27 年 5 月 22 日、矢作川の洪水を想定した初の高台避難訓練を実施した。児童らは、11 時に教室から学校駐車場に出て、点呼をしたのちクラス単位で出発した。この際、1 年生、2 年生の 2 学年 4 クラスおよび特別支援クラスは北側の歩道を、3 年生から 6 年生までの 4 学年 4 クラスは南側の歩道を徒歩で移動した。避難指定場所の豊田市立朝日丘中学校までは 1.8km あるが、避難訓練では朝日丘中学校の横の枝下公園まで避難した。市街地を通るため、信号機のある交差点をいくつか渡らなければならないほか、施設への車両の出入りがある場所がある。また北側へ渡るために小学校を出てすぐに歩道橋を渡らなくてはならない。担任および調査員が先頭に立つとともに、別の教員もしくは調査員の学生が後尾について、安全確保と位置の把握を行っている。

#### b) 平成 28 年度における高台避難訓練

第 2 回の高台避難訓練は平成 28 年 5 月 20 日、ほぼ前回同様のスケジュールで行われた。

訓練は、各クラスにスマートフォンアプリの Ai.Tracker をインストールしたスマートフォンを持った教員と学生を配置して避難時間の計測を行った。

避難ルートは道路を挟んで北側に高学年(3~6 年生)、南側を低学年(1~2 年生)と特別支援学級の(3・4・5 組)に分けて避難した。避難訓練は 1 列を基本として歩行し、実際の状況を考慮して、晴天であったが図-7 および図-8 のように傘を差して行った。その結果、おおよそ 30 分程度で全学年が歩いて高台まで避難できるという結果を得た。

### (3) 高台避難訓練における避難時間

表-1 に平成 28 年度の避難時間の結果と前年度(平成 27 年度)における避難時間との差を示す。これを見ると、1~2 年生は北側から南側に歩道を変更したことで、全体に避難時間が短くなっている。一方で 3~6 年生については昨年よりも時間がかかっているクラスがあるが、低学年との時間差がなくなったことから引率をする教員には負担の少ない状態に改善されたといえる。特別支援学級については児童の個人差が大きいため、避難時間の変化がルートの変更による影響であるかどうかは、一概には言えない。なお、特別支援学級の児童を南側の列の中間にはさむようにして出発したが、途中で後ろからくるクラスに追い越されていたことから、最後尾にて教員

と一緒にゆっくり避難した方が、安全面でも全体の時間短縮の面でも望ましいと思われた。

### 3. アンケート調査

#### (1) アンケート調査の概要

アンケート調査は2回に分けて小学校において実施された。

避難訓練は全校児童を対象に実施されたが、実際には学校の緊急お迎えメールで保護者に引き取りを促し、その後に避難開始となる。そこで保護者によるお迎え時間がメール配信後、どのくらい後になるのがタイムライン作成のうえで重要となる。保護者によって多数の児童に対して引き取りがあれば、雨の中を歩いて避難するよりも格段にリスクが減る。

そこで、保護者を対象に学校からの緊急お迎えメールが届いた際、どれくらいの時間で児童をお迎えに来られるかアンケート調査した。アンケート調査は学校から児童を通じて1年生から6年生の保護者に配布、回収した。

次に、平成28年9月20日、実際に台風16号が上陸することが予想されたため、前日の19日に、明日20日台風が接近する前に児童を帰宅させても良いかという内容のアンケート調査を小学校が行った。児童が持ち帰り、翌日の登校時に担任の教員が回収した。

表-1 避難訓練における各クラスの避難時間

	開始時刻	到着時刻	避難時間 (前年比) (分)
1年1組	11:11	11:39	28 (-1)
1年2組	11:12	11:40	28 (-1)
2年1組	11:10	11:34	24 (-3)
2年2組	11:10	11:35	25 (-3)
3年1組	11:12	11:37	25 (+4)
3年2組	11:13	11:40	27 (+6)
4年1組	11:11	11:36	25 (+3)
5年1組	11:10	11:33	23 (±0)
6年1組	11:11	11:32	21 (-2)
特別支援	11:11	11:43	32 (+5)

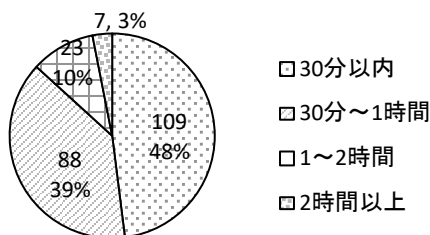


図-2 徒歩でのお迎え時間

#### (2) アンケートの集計結果

豊田市立元城小学校の全校児童239名中227名分のアンケートを回収し、回収率は95.0%となった。

図-2に「豊田市から洪水に対する避難準備情報が発令されたり、元城小学校から洪水が発生するおそれがあり、お迎えをお願いする学校メールが出されたりした場合、あなたは学校までどのくらいの時間で来ることができますか。(お仕事をされている場合には職場からお迎えに来ることを想定してください)」という質問の回答結果を示す。30分以内が48%、30分～1時間が39%で、全体の87%が1時間以内にお迎えに来ることができると回答した。

図-3に「現在、洪水の危険があると判断した場合、児童は朝日丘中学校に避難するようにと豊田市から指示を受けています。そこで子どもたちを引き渡すことなのですが、あなたは朝日丘中学校までどのくらいの時間でお迎えに来ることができますか(朝日丘中学校は元城小学校から西に1.8km離れています)」に対する回答結果を示す。これをみると、30分以内という回答は14%、30分～1時間という回答が約6割となり、かなり遅くなるのがわかる。これは立地条件もさることながら朝日丘中学校は元城小学校と学区が異なっており、保護者にとって向かいづらい場所と感じていることが考えられる。

図-4に明日、台風が接近する前に児童を帰宅させても良いかという内容の9月19日配布のアンケート集計結果を示す。特別支援学級を除いて全学年の8割が児童を帰宅させてもよいと回答した。なお、特別支援学級は8人中6人が帰宅させてほしくないという回答しており、全学年と比べると帰宅させてもよいという回答が唯一25%

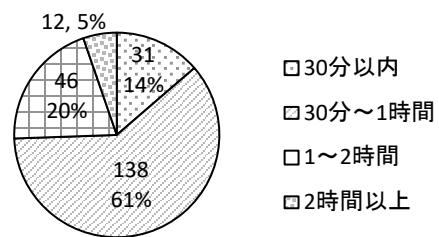


図-3 朝日丘中学校へのお迎え時間

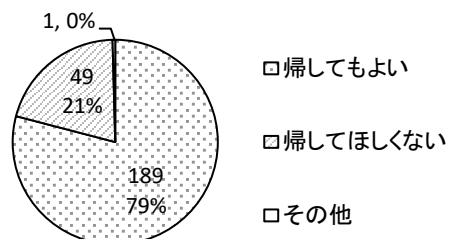


図-4 児童の緊急帰宅調査

という低い結果となった。

幼稚園・こども園に兄弟の有無とお迎え時間の関係をクロス集計した結果を図-5 に示す。幼稚園・こども園に兄弟がいない家庭では、幼稚園に兄弟がいない家庭の方が、1 時間以内にお迎えに来ることができるという回答の割合が若干多い結果となった。しかし、それほど大きな差は出なかったため幼稚園・こども園の兄弟がいるかいないかはあまり関係性がないといえる。

お迎え時間と児童の緊急帰宅状況のクロス集計を図-6 に示す。明日、台風が接近する前に児童を帰宅させても良いかというアンケートで、児童を帰宅させてもよいと回答した家庭の半数以上は 30 分以内にお迎えに来ることができるという回答した。逆に帰宅させてほしくないという回答した家庭のうち、お迎え時間のアンケートで 30 分以内にお迎えに来ることができるという回答したのは、約 3 割の家庭であった。このように、災害を想定したアンケートの結果と実際に台風が接近した場合の調査で差がみられるのは、対策を考えるうえで重要な問題といえる。

#### 4. タイムラインの提案

##### (1) タイムライン設定の考え方

タイムラインの定義はさまざまであるが、前述の「タイムライン(防災行動計画)策定・活用指針」(平成 28 年)<sup>2)</sup>では「災害の発生を前提に、防災関係機関が連携して災害時に発生する状況を予め想定し共有した上で、「いつ」、「誰が」、「何をするか」に着目して、防災行動とその実施主体を時系列で整理した計画をいう」と定義されている。これを別に言い方に代えれば「主体」、「時間」、「行動」の 3 つをどのように整理するかということになる。

まず「主体」については、気象・推奨情報を発信する行政が考えられる。特に矢作川を管理する豊橋河川事務所がひとつの主体として位置づけられる。また地域に避難準備・要援護者等避難開始、避難勧告、避難指示を出すのは、地元の公共団体である豊田市である。小学校も

地域の行政機関のひとつであり、避難に関する情報は重要であるから、豊田市が主要な主体として位置づけられる。元城小学校はこれらの情報や判断に基づいて、子ども達の安全のための意思決定を行わなくてはならない主体となる。そして保護者についても、学校の判断を踏まえて子ども達の安全のための対応を取らなくてはならない重要な主体である。

「時間」については、計画高水位を越えた時点で災害発生と設定する。越流による洪水発生は堤防天端を越えたところであるが、堤防としての性能が発揮される水位はあくまで計画高水位であるので、これを越えてからの避難は極めて危険であると判断した。一般に、平均水位上昇速度と避難に要するリードタイムによって、はん濫危険水位、避難判断水位、避難注意水位が定められるとともに、水防団の出動水位や水防団待機水位が設定される。平均水位上昇速度は降雨や河川の状況によって大きく異なるが、矢作川では出水時の平均としてはおおよそ 0.62m/h である。しかしながらこれはあくまで平均であり、場合によってはこれよりも急激に水位が上昇することもあり得る。本研究では、計画ハイドロの水位上昇局面における値からもっとも高い値である 1.21m/h を採用してのタイムライン策定を試みる。なお、元城小学校が立地する場所は、矢作側の右岸 39.2KP 付近であり、ここは高橋観測所の水位が基準となる。

次に、各水位における行動については、まず豊田市から地域に出される種々の避難情報が基本となる。しかしながら、最も早く出される可能性のある避難準備・高齢者等避難開始については、地域住民全体への避難を促すものではなく、あくまで避難に時間がかかりそうな人とその支援者の避難と、それ以外の方への注意を喚起する位置づけとなっている。施設として対象となるのは児童養護施設などであり、小学校は一般的にはその対象とはならない。しかしながら避難準備という文言が入っているように、あくまで地域住民が避難の準備を開始するように促すものであり、小学校も避難準備にはいるべき段階であるといえる。また、避難準備・高齢者等避難開始をはじめとする避難情報は必ずしもこの順序で発令されるとは限らないため、市役所の指示待ちではない対応も考える必要がある。

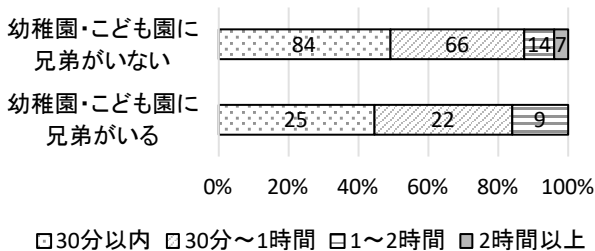


図-5 幼稚園・こども園に兄弟の有無とお迎え時間の関係のクロス集計

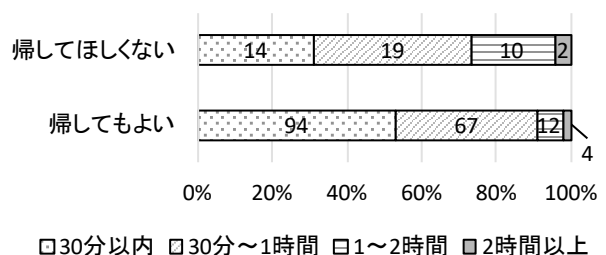


図-6 お迎え時間と児童の帰宅状況のクロス集計

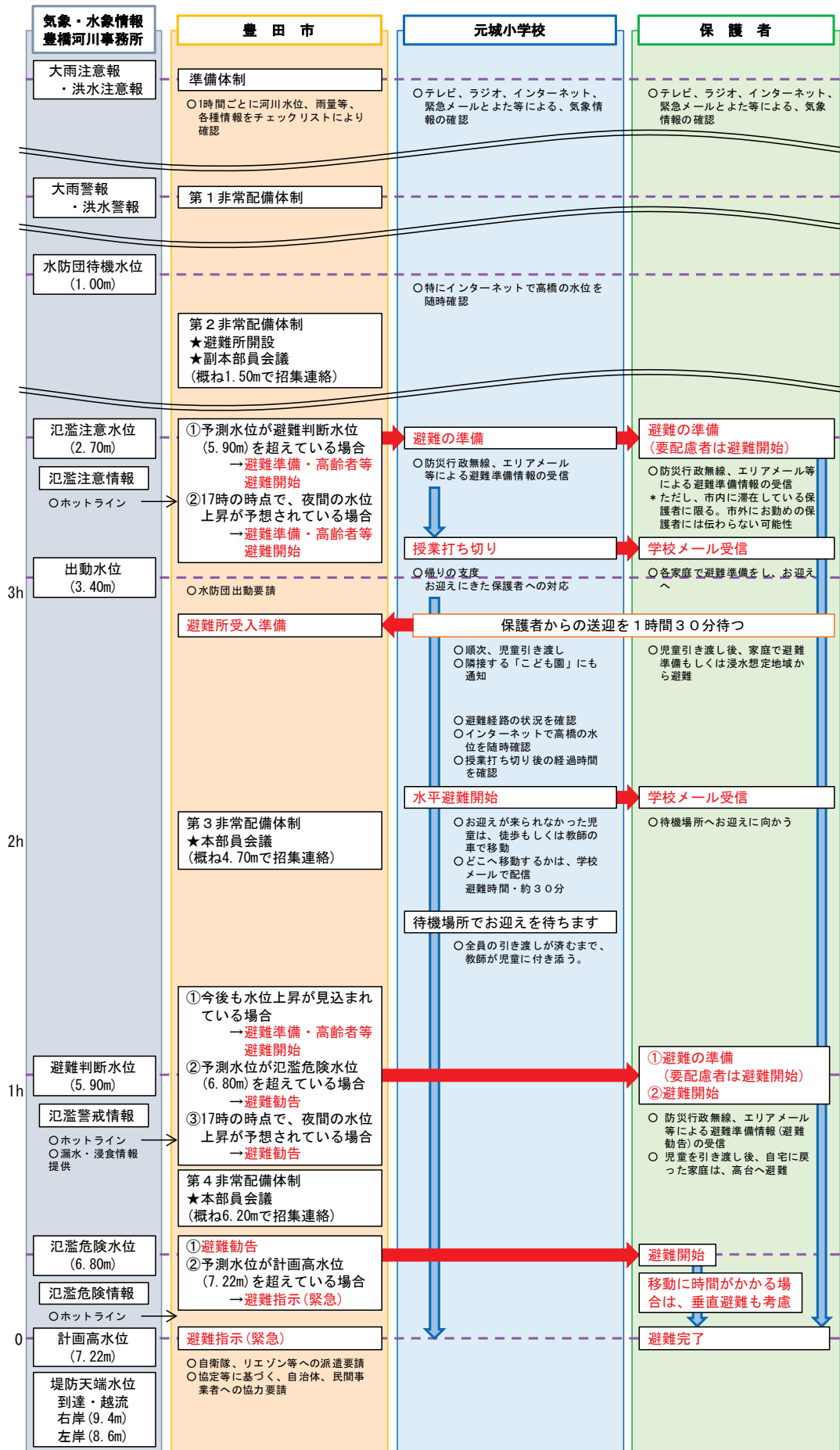


図-7 元城小学校独自のタイムライン

## (2) タイムラインの詳細と課題

前節で述べた事項を踏まえた元城小学校独自のタイムラインの提案を図-7 に示す。縦軸は高橋観測所にて矢作川の水位が計画高水位を超える時間を 0h とし、水位上昇速度を 1.21m/h とし、各水位の到達時刻を設定している。

まず大雨注意報、洪水注意報が出たら、学校としてはテレビやインターネットで情報収集しつつ通常の授業を続ける。さらに降雨が続き、大雨警報、洪水警報が出たら、市役所は第 1 非常配備体制をとって情報収集に努め、さらに水防団待機水位を越え、水位の上昇が続くようであれば第 2 非常配備体制に移行し、避難所設置などを開始する。

氾濫注意水位を越え、図中に示したような条件が満たされていると判断されれば避難準備・高齢者等避難開始が発令され、元城小学校も避難準備を開始することとなるが、場合によっては発令されないこともあり得る。そこで、本タイムラインではインターネットで公開されている高橋観測所の水位計をみて、2.7m を越えたと判断したら避難情報発令の有無に関わらず避難準備を開始し、授業打ち切りを判断する。もし豊田市より避難準備・高齢者等避難開始の情報があれば、地域に住む保護者もその対象となり避難の準備を開始しなくてはならないが、勤務先での判断となることも考えられる。したがって、全員がスムーズに避難準備に入ることが出来るとは考えにくい。学校としては、学校メールで授業を打ち切ったことを連絡しお迎えを保護者に依頼することとなる。

その後、保護者からの送迎を 1 時間 30 分待ち、順次児童を保護者に引き渡す。また兄弟がいる児童も多いことから、隣接するこども園へも、小学校が授業を打ち切りと保護者への引き渡し開始を連絡する。対応している旨を豊田市へも報告するとともに、水平避難へ移行する可能性と避難先となる朝日丘中学校での避難所開設と受入準備を依頼することになる。

およそ 1 時間 30 分経過した時点で、水平避難を開始する。図-2 および図-3 に示したとおり、およそ 1 時間で 8 割以上のお迎えが見込まれること、また図-4 での実際に台風が来襲した際のお迎えの意向も 7 割強が自宅に帰してもよいと回答していることなどを鑑みると、少なくとも 6~7 割程度、児童数 239 人のうち 100 名程度がこの時点で学校に待機していると想定される。可能であれば教員の車で移動ということになるが、乗り切れなかった場合には徒歩での避難となる。その際、内水氾濫の危険があると判断された場合には、水平避難ではなく校舎高層階への垂直避難が必要となる。本タイムラインにおいては、水平避難を前提とするが、引き渡し時間の間に教職員による避難経路の安全確認が求められる。

水平避難の時間は、避難訓練時の所要時間と同じ 30 分を想定すると、およそ計画高水位に達する 1 時間 30 分前には朝日丘中学校に到着し、待機場所で保護者の送迎を待つことが出来る。その間にも水位の上昇が続けば避難勧告の発令等が行われることから、児童は保護者と帰宅するのではなく、高台の避難所で水位が下がるのを待つことが出来る。

## 5. まとめと今後の課題

保護者へのアンケートおよび避難訓練の結果より、授業打ち切りと児童の避難を開始させる時間的流れを考慮したタイムラインを構築することができた。ポイントをまとめれば以下の通りである。

- 1) 水位計の水位のみで判断するため、属人的な意思決定に寄らない。たとえば、校長不在時においても他の教員で容易に判断できる。
- 2) 考え得る最大の平均水位上昇速度を設定しているため、越流までに早めのタイミングで行動することができる。

本研究で示したタイムライン構築の流れは、同様の問題を抱える他地域の小学校にも適用可能性はあると考える。事例を積み重ねて地域や河川の特徴を踏まえたタイムラインについて考えていくことが今後の課題である。

**謝辞:** 本研究の実施には、公益財団法人河川財団の河川基金助成事業による助成をうけた。記して御礼申し上げる。

### 参考文献

- 1) 内閣府：避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン，2014。
- 2) 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ワーキング・グループ：タイムライン（防災行動計画）策定・活用指針（初版），2016。
- 3) 徳永雅彦，中野晋，武藤裕則，佐藤壘：迅速で安全な住民避難行動を促進する「防災行動計画」の策定，土木学会論文集 F 3（安全問題）Vol.71，No.2，I\_177-I\_184，2015。
- 4) 金井純子，湯浅希史，中野晋，渡辺一也：要配慮者利用施設の初動対応・事業継続におけるタイムラインの必要性，土木学会論文集 F 3（安全問題）Vol.71，No.2，I\_177-I\_184，2015。
- 5) 国土交通省豊橋河川事務所：矢作川水系（矢作川）洪水浸水想定区域の指定及び公表（官報告示）について [http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/bohsai/mizu/yahagigawa/pdf/h280621/8\\_shiryou4.pdf](http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/bohsai/mizu/yahagigawa/pdf/h280621/8_shiryou4.pdf) 2016。

(2017. 7. 31 受付)