

# 淀川を含む複数河川氾濫発生時における高槻市の避難方針検討

(株)建設技術研究所 ○菅原嵩史  
加村大輔  
栗原拓大

## 論文要旨

高槻市では、淀川流域に対する想定最大規模降雨により淀川及び複数の支川が氾濫した場合、市街地面積の約半分が浸水想定区域となり、多数の避難者が発生し避難時間が長期にわたることが想定される。

本稿では、内閣府「広域避難計画策定支援ガイドライン」(令和4年3月)の知見に基づき、淀川を含む複数河川氾濫及び土砂災害が発生した場合の、市民の避難行動や避難情報の発令基準等を整理し、大規模水害・土砂災害の避難方針を検討した。また、作成した方針に基づきライフライン事業者・交通機関等の防災機関が参画する多機関連携型タイムライン(防災行動計画)を検討した。

キーワード: タイムライン, 複合災害, 避難計画, 避難シミュレーション

## まえがき

近年、災害の発生を前提に、防災関係機関が連携して災害時の行動をあらかじめ共有し、防災行動とその実施主体を時系列で整理した「タイムライン(防災行動計画)」が国や自治体等で数多く策定されている。高槻市でも、「高槻市 台風等接近に伴う災害タイムライン(防災行動計画)」が平成29年1月に策定されているが、このタイムラ

インでは淀川の氾濫のみを対象としており、支川の氾濫や土砂災害を含む複合災害については反映されていない。

高槻市は大阪府北東部に位置しており、淀川右岸の三島地域(高槻市・島本町・茨木市・摂津市・吹田市の4市1町)に含まれ、東西に約10.4km、南北に約22.7kmの広がりを持つ。市域の北半分は丘陵部と台地であり、芥川、女瀬川、檜尾川等の支川が南流して市南端を流れる淀川に注ぎ扇状地を形成しており、市南部の市街地を含む平野部を構成している<sup>1)</sup>。市内の人口は、市街地である南半分に多く分布している(図1)。

本検討では、近年、激甚化・頻発化する水害・土砂災害に備えるため、淀川を含む複数河川の氾濫及び土砂災害の発生を想定し、市民の避難行動や、避難手段、避難先等から、適切なりードタイムを踏まえた避難情報の発令基準等を整理し、市民の避難体制の方針を検討した。なお、算出した避難者数及び避難時間等は、検討上一定の条件に基づき算出したものであり、今後安全な避難の実現のために目指すべき基準として設定した。また、作成した方針に基づき行政・ライフライン事業者・交通機関等の防災機関が参画する多機関連携型タイムラインを検討した。

## 1. 想定される被害の考え方

### (1) 降雨シナリオ及び河川氾濫

本検討で対象とする災害は、「淀川を含む複数河川の氾濫」であるため、想定する降雨シナリオは、淀川の想定最大規模の氾濫を伴う降雨とする。そこで、三島地域広域避難検討ワーキンググループ「三島地域広域避難検討 令和2年検討結果取りまとめ」(令和3年3月)(以下、「3

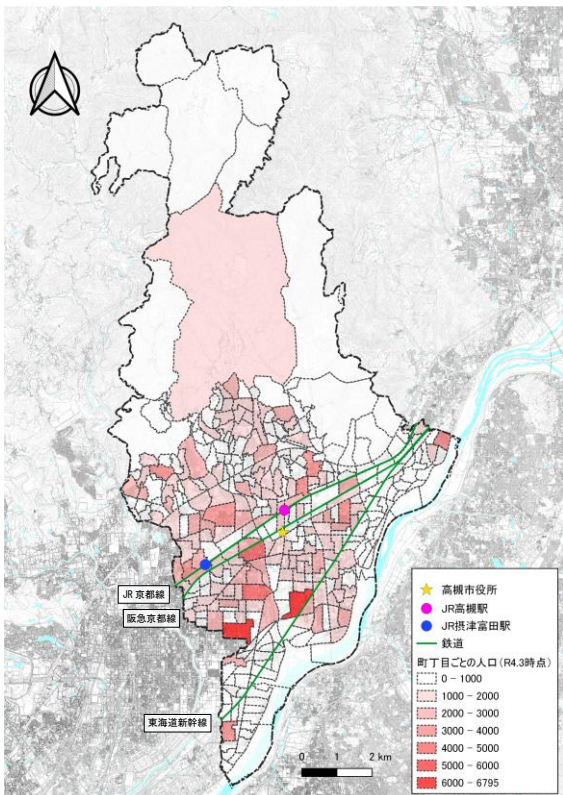


図1 高槻市の町丁目ごとの人口(R4.3時点)

島地域WG」と称す)の検討結果を踏襲し、淀川における想定最大規模降雨を、平成25年台風第18号の降雨量を引き伸ばした24時間雨量360mm(淀川(枚方地点))とした。この場合、支川の各流域における降雨量は約307mm/日となるが、芥川・安威川等の高槻市に影響を及ぼす支川の計画規模降雨(1/100年確率)が約290mm/日であることを踏まえると、これは支川における1/100規模の降雨に相当する。

したがって、想定する河川氾濫は、「淀川の想定最大規模降雨による淀川氾濫(L2)+計画規模相当の支川氾濫(L1)」を基本とすることとした。以下では、この降雨シナリオに伴い発生する水害及び土砂災害を、「大規模水害・土砂災害」と呼称する。

## (2) 大規模水害・土砂災害時の避難に関する各種数値の算出方法

大規模水害・土砂災害発生時の避難者数・避難施設での収容可否・避難時間等の算出方法は、首都圏における大規模水害広域避難検討会「首都圏における大規模水害・広域避難検討会報告書 広域避難計画策定支援ガイドライン」(令和4年3月)(以下、「ガイドライン」と称す)及びその他の首都圏における大規模水害・広域避難検討会で示される「定量的な算出方法」を参考とした。

## 2. 大規模水害・土砂災害時の避難における現状と課題の把握

### (1) 大規模水害時の浸水想定区域図の作成

大規模水害・土砂災害時の浸水想定区域図として、淀川(想定最大規模)及び芥川等の支川(計画規模)の浸水想定区域を重ね合わせ、全包絡による浸水想定区域図を作成した(図2)。

大規模水害・土砂災害の場合、高槻市の市街地の大部分(市南部)が浸水するため、浸水区域内に居住する多数の市民が避難対象者となり、浸水区域外の北部への避難が必要となる。このとき、市域の南北方向の接続路であるアンダーパスへの浸水が想定されることから、氾濫発生までの段階で避難が完了していない場合、浸水区域からの避難が困難となる可能性がある。

### (2) 避難者数の算出

浸水による避難者数は、浸水想定区域の浸水深から、居住する建物が「全居室が浸水する世帯」を「立退き避難対象」、居住階の下階が浸水する世帯を「屋内安全確保対象」とし、それぞれの対象者数を算出した(図3)。

このとき、高槻市の全人口約35万人に対して避難対象者数は約18万人となり、そのうち移動を伴う避難を要する立退き避難対象者数は約10万人となる。なお、土砂災害による避難者数について、浸水想定区域及び土砂災害(特別)警戒区域の両方に該当する避難者は浸水による避

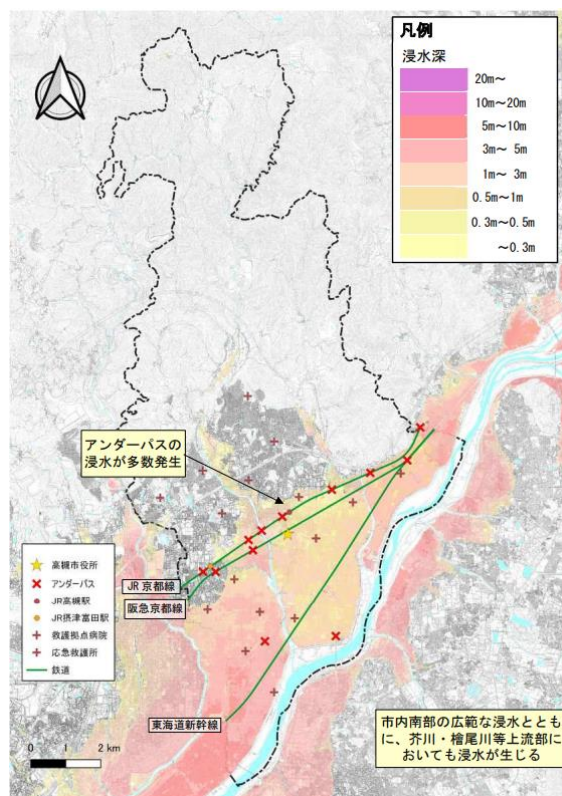


図2 大規模水害・土砂災害時の浸水想定区域図

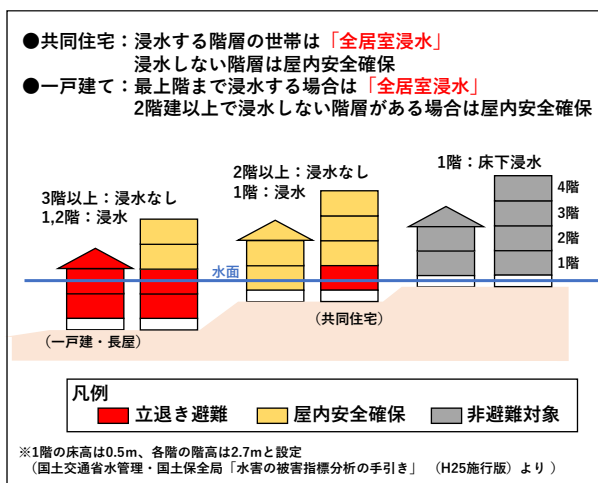


図3 「全居室浸水」(立退き避難対象)の区分

難者数に含め、浸水想定区域外に位置する土砂災害(特別)警戒区域内の居住者数を「土砂災害のみによる避難者数」(約0.2万人)として算出した。

### (3) 開設する避難施設の収容人数

高槻市では市の方針として、避難情報が発令された場合は、避難情報に従って浸水想定区域及び土砂災害警戒区域外へ立退き避難することを原則としている<sup>2)</sup>。市内の避難施設のうち、大規模水害・土砂災害発生時に開設する避難場所は、GIS上で降雨シナリオの想定条件である淀川(L2)・支川(L1)の浸水想定区域及び土砂災害(特別)警戒区域のすべてのハザード区域外に位置する施設とした。このとき、大規模水害・土砂災害時に開設対象となる避難場所の収容人数は、緊急的な避難であることを踏まえ



避難者1人あたりの占有面積を1㎡として算出した。その結果、収容可能人数は約7万人となった。

想定される避難者数と避難場所の収容人数を比較した場合、避難者数が避難場所の収容人数を大幅に超過する。この概算結果から、大規模水害・土砂災害発生時には、広域的な浸水及び膨大な避難者の発生により、避難場所が約3万人分不足するおそれがある。

#### (4) 避難時間の算出

避難時間の算出においては、立退き避難対象者は「自家用車」「徒歩」「市営バス」のいずれかの手段により避難すると設定した。このうち、徒歩避難及び高槻市保有の市営バスによる避難者輸送を主たる避難手段とした。なお、自家用車による避難は、高槻市の方針で車両避難を原則禁止としていることから、避難時の移動が特に困難な要配慮者およびその付き添い者に限定した。市営バスによる避難では、通常運行しているバス路線の経路を踏襲し、ダイヤは各路線で1時間あたりに1本の運行を前提とした。このとき、最も長期化するのは市営バスによる避難であり、最大で10日以上を要する。この算出結果は、避難者輸送の体制構築が十分に実施されなかった場合を想定したもので、渋滞等によるダイヤ乱れ、避難時の大きな荷物携行による乗車可能人数の大幅な低下を考慮した最も厳しい条件下による避難時間である。

この場合、避難時間が極めて膨大となるが、実際にこの避難時間に合わせて避難情報を発令し、避難を促すのは非現実的であり、最大限避難時間を確保可能な避難情報の発令タイミングと避難者輸送の体制構築の検討が必要となる。

### 3. 課題解決に向けた方策

#### (1) 避難指示の前倒し発令と市営バス配車台数の最適化

上記で算出したように、大規模水害・土砂災害発生時に

は避難の長期化が予想される。そこで、河川の氾濫が想定される時刻から遡って避難情報等の発令タイミングを検討し、「大規模水害・土砂災害対応シナリオ」(図4)として時系列で整理した。

三島地域WGにおける検討シナリオでは、水位ハイドロの比較から安威川が淀川より6時間早く避難判断水位に到達すると想定されている。安威川を含む芥川等の支川が氾濫した時点で市域が分断され避難が困難となることから、大規模水害・土砂災害対応シナリオにおいては支川の氾濫(淀川の氾濫に約6時間先行)を災害発生0時間とした(図4右)。

避難には長時間を要すると想定されるが、先の予報であればあるほど気象予測・水位予測の精度は低下するため、それをもとに避難情報を発令した際、実際には災害が発生しない「空振り」の発生が懸念される。

一方で、通常の基準水位情報による判断では安全確保のために十分な時間が確保できない。そこで、大規模水害・土砂災害に対する防災体制の移行判断は、ある程度災害の発生が確実視される氾濫開始の48~24時間程度前の気象情報(特に台風予報)をトリガー情報とした。具体的には、大規模水害・土砂災害の発生が予想される際には、安全な避難のため警戒レベル4「避難指示」を氾濫開始の48時間から24時間前に前倒し発令する(図4中央右)。

上記避難指示を前倒し発令した際には、避難時間の短縮化のため市営バスによる避難者輸送を開始する。このとき、避難に使用する市営バスの配車台数を最適化し、系統ごとの避難対象者数に応じて配車台数を調整する。さらに、災害時の運行系統の限定により、徒歩避難が見込まれるエリアの路線等への配車を減らし、避難者の多い系統に輸送力を集中させること等の対応を実施する。上記の最適な輸送力の増強及び避難行動の実現には、早期・自主的な避難の実施に加え、避難実施状況に応じた配車台数の最適化、輸

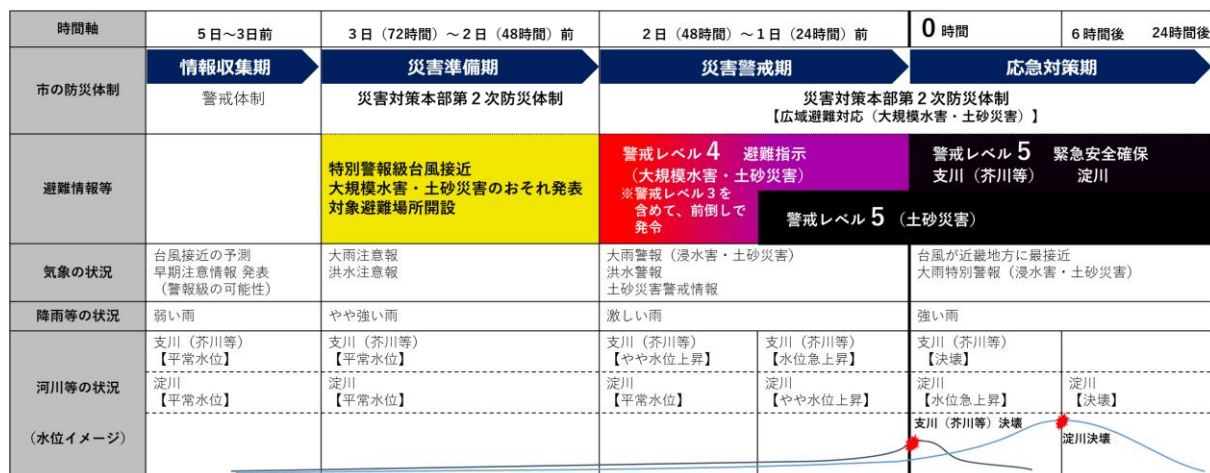


図4 大規模水害・土砂災害対応シナリオ

送力増強のための人員確保等が必要となる。

### (2) 適切な避難行動の周知・啓発

膨大な避難者の発生による避難場所の不足や避難時間の長期化に対する対策として、適切な避難行動の周知啓発・実施も重要である。水害・土砂災害の想定区域外の住民による不要な避難の抑制と併せて、避難指示発令前の早期・自主的な避難(安全な地域の親戚や友人・知人宅、宿泊施設などへの避難等の「分散避難」)を呼びかけることで、発令後の避難者数の縮減による避難時間の低減、及び市開設避難場所の収容可能人数の確保を図る。

市民への情報発出の一つとして、こうした早期避難・分散避難の呼びかけ、及び淀川氾濫を伴うおそれのある特別警報級の台風接近の周知の観点から、氾濫開始時の72時間前頃から「大規模水害・土砂災害のおそれ」を発表する(図4中央左)。3日前気象情報において、特別警報級の台風が接近し、進路予想に大阪府が含まれ淀川氾濫の可能性が高いと判断した場合に市民への注意喚起として発表する。上記「避難指示の前倒し発令」に先行して対象避難場所を開設し、大規模水害・土砂災害に備えた早期避難・分散避難を呼びかける。

### (3) 適切な避難が実現した場合の効果検証

「大規模水害・土砂災害のおそれ」の発表により積極的な早期・自主的な分散避難がなされ、分散避難及び屋内安全確保により避難対象者の低減が図られた場合、市指定避難場所への避難者数は低減する。参考数値として、「高槻市と関西大学による市民意識調査(令和4年、高槻市・関西大学総合情報学部)」の結果から、避難行動に関する設問のアンケート結果を用いて分散避難する避難者を反映したところ、立退き避難対象者数は約6.5万人となり(図5)、大規模水害・土砂災害発生時に開設対象となる避難場所の収容人数(約7万人分)を超過しないことを確認した。さらに、上記の立退き避難者数に対して、バス系統ごとの避難者数に合わせて一定時間ごとに配車台数を調整する操作を加え、バス避難における輸送力の最適化が実施されたと仮定した場合の避難時間を再度算出したところ、概ね48~24時間以内に避難が完了することを確認した。

### (4) 主な避難先地区の設定

避難者が近隣の避難場所に集中した場合、局所的に避難場所の収容人数を超過する事態が想定される。そこで、市内をいくつかのエリアに区分し、エリアごとに主な避難先地区を設定の上、市民に周知する。設定にあたっては、町丁目ごとの避難者数と避難場所の収容人数のバランスに加え、避難場所までの距離を考慮し、町丁目ごとに避難先となる避難場所のマッチングを行った。しかし、避難方面を町丁目ごとに完全に限定した場合、住民心理や地理的な状況といった要因が十分に考慮されず、実効性を失う可能

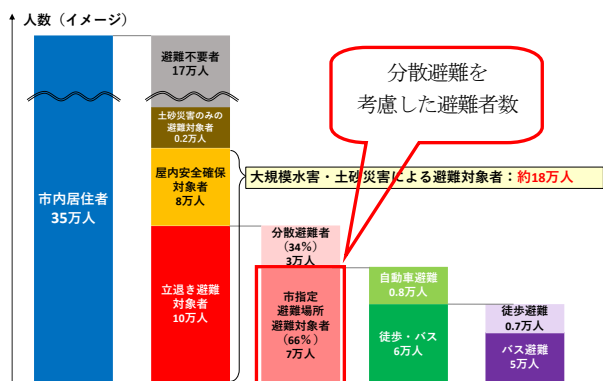


図5 大規模水害・土砂災害の想定避難者数

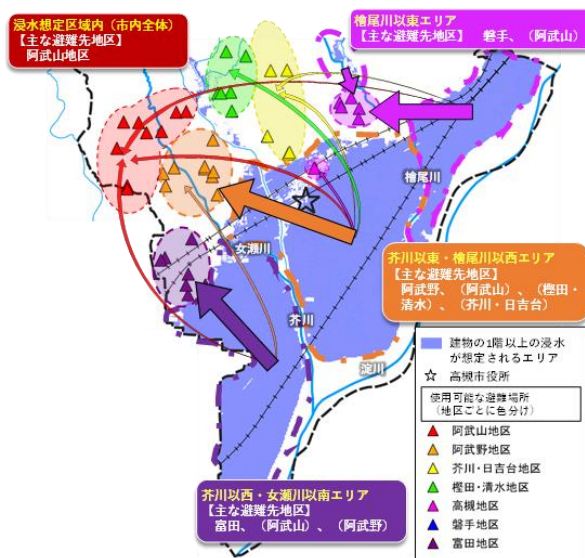


図6 浸水想定エリアからの避難方向

性が懸念された。そこで、「避難対象地域ごとの主な避難先地区」の図示においては、結果の大まかな傾向を踏まえ、市内を流下する河川(芥川・女瀬川・榎尾川)によって市域を区切り、避難元地区から避難先および方向が概形的に伝わるような図とした(図6)。

## 4. 多機関連携型タイムラインの検討

前述の方策で検討した大規模水害・土砂災害時の適切な避難を実施するためには、市内の各防災対策部(グループ)との連携に加え、ライフライン事業者・交通機関等の市外の防災対応関係機関との連携が必要となる。

そこで、大規模水害・土砂災害で想定する発生事象(淀川氾濫に先行して土砂災害、支川氾濫が発生する等)、及び防災行動(早期・分散避難の呼びかけ、避難場所の早期開設、避難者のバス輸送等)のリードタイムを考慮した多機関連携型タイムラインを検討した。

多機関連携型タイムラインの検討にあたっては、時間経過により変化する被害の状況やそれに伴う複数の防災対応機関(ライフライン事業者・交通機関等の市外の防災対応関係機関を含む)の対応を具体化することにより、大規

模水害・土砂災害発生時に連携した防災行動が迅速に行われることに主眼を置いた。

実際の災害時の運用を想定し、ライフライン事業者・交通機関等の庁外の防災対応関係機関との連携を想定した「タイムライン(多機関連携)」版と、庁内の各防災対策部(グループ)間の調整・連携を対象とした「タイムライン(庁内連携)」版の2種を検討した。

タイムラインの実効性を確保するため、設定した大規模水害・土砂災害の対応シナリオ(図4)に基づき、時系列の経過に伴い想定される気象・水文状況や発生事象等を整理の上、関係機関及び高槻市庁内の各災害対策部(グルー

プ)に提示し意見照会を行い、照会結果をとりまとめた(図7)。

### あ と が き

本検討では、全国の市町村に先んじてガイドラインに示される最新知見に基づき、想定最大規模降雨時の具体的な被害想定・避難方針の検討を行った。ガイドラインの作成主体である内閣府及び東京都では複数河川氾濫に対する広域的な避難対策の具体化に向け現在も検討が続けられており、同様の大規模水害に対する具体的な避難の検討は今後全国的に波及していくと考えられる。

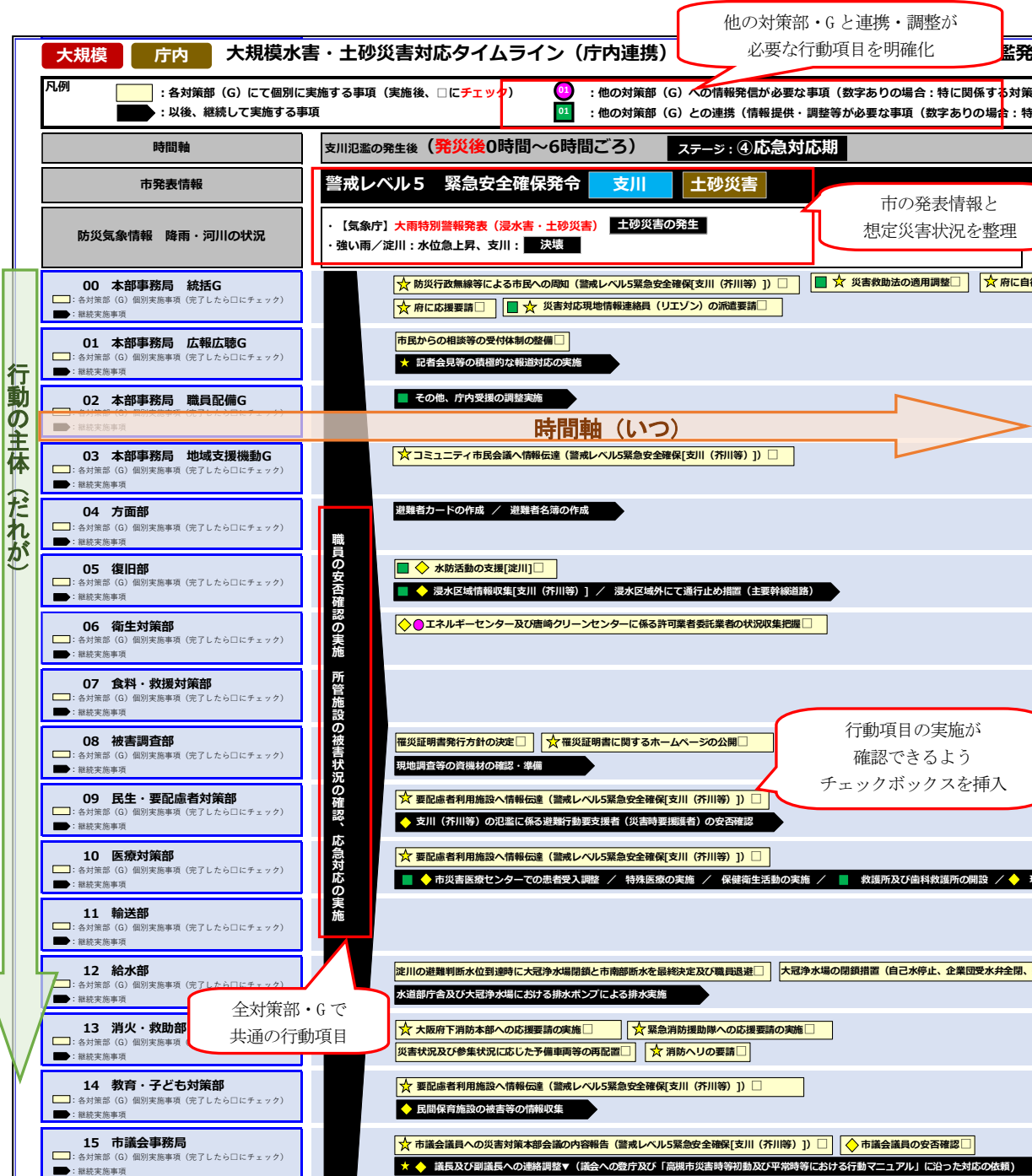


図7 大規模水害・土砂災害対応タイムライン(庁内連携)(抜粋)

今後は、本検討で顕在化した課題の解消・軽減に向け、気象・水文状況を考慮した早期・円滑な意思決定のタイミングや、状況に応じて実施すべき事項などを事前に把握・抽出・整理しておくことが必要となる。

なお、高槻市では、今回検討した大規模水害・土砂災害発生時の避難方針の検証として令和5年1月に高槻市全域大防災訓練を実施し、一部の市民が実際に市営バスによる避難訓練を実施した。こうした訓練等の活動を通じて、引き続き平時からの周知啓発により市民意識の醸成を図り、早期・自主的な避難行動を実現していくことが期待される。

## 参考文献

- 1) 高槻市：国土強靱化地域計画，高槻市ホームページ，R.2.2. (R5.3.修正) 3-4p.
- 2) 高槻市：水害・土砂災害ハザードマップ(2021年改訂版)，R.3.6. 19p.