

# 最大級の南海トラフ地震による津波を見据えたBIA及びRAに基づく浄水施設の事業継続戦略構築 —大阪市水道局を事例として—

小松 瑠実\*・林 春男\*\*・尾原 正史\*\*\*・鮫島 竜一\*\*\*\*・玉瀬 充康\*\*\*・  
豊島 幸司\*\*\*・木村 玲玖\*\*\*\*・鈴木 進吾\*\*

Developing Business Continuity Plan for Water Treatment Facilities Based on the Business Impact Analysis and the Risk Assessment of Tsunami Caused by the Theoretically Maximum Nankai Trough Earthquake  
— Through the Case Study at Osaka Municipal Waterworks Bureau —

Rumi KOMATSU \*, Haruo HAYASHI \*\*, Masashi OHARA \*\*\* ,  
Ryuichi SAMEJIMA \*\*\* , Mitsuyasu TAMASE \*\*\* ,  
Kouji TOYOSHIMA \*\*\* , Reo KIMURA \*\*\*\* and Shingo SUZUKI \*\*

## Abstract

This paper intends to develop a business continuity plan for a water treatment facility based on the business impact analysis (BIA) and the risk assessment (RA). We considered a loss of water treatment function by the BIA, which is critical for the water supply system. Then, we conducted a RA for a severer tsunami caused by the expanded Nankai trough earthquake scenario. For development of business continuity plan, we initially identified the following two tsunami risk types: water pollution and damage resulted from flooding. Then, we considered the time limitation and location of the expected damaged water treatment facilities. Additionally, we made a resource allocation which pointed out the shortage of resources. Finally, we examined the effectiveness of these findings in a table-top exercise before compiling the formal business continuity plan.

\* 京都大学大学院情報学研究所  
Graduate School of Informatics, Kyoto University  
\*\* 京都大学防災研究所  
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University  
\*\*\* 大阪市水道局  
Osaka Municipal Waterworks Bureau

\*\*\*\* 兵庫県立大学環境人間学部  
School of Human Science and Environment, University  
of Hyogo

本論文に対する討論は平成26年2月末日まで受け付ける。

キーワード：事業継続計画、津波リスク、ビジネスインパクト分析（BIA）、リスクアセスメント（RA）、資源分析

Key words：business continuity plan, tsunami risk, business impact analysis (BIA), risk assessment (RA), resource allocation

## 1. 研究の背景と目的

### 1.1 事業継続計画策定の重要性

わが国の企業では、地震等の自然災害による被災経験を踏まえ、事業所の耐震化、予想被害からの復旧計画策定などの対策が進められてきているが<sup>1)</sup>、2005年に中央防災会議は地震に対する事業継続ガイドライン第一版を発表し、2009年の第二版では対象とするハザードを地震以外に拡張している。いずれも経営戦略として重要業務を中断させない事業継続の重要性について言及している。企業は、災害や事故で被害を受けても、取引先等の利害関係者から、重要業務が中断しないこと、中断しても可能な限り短い期間で再開することが望まれている。また、事業継続は企業自らにとっても、重要業務中断に伴う顧客の他社への流出、マーケットシェアの低下、企業評価の低下などから企業を守る経営レベルの戦略的課題と位置付けられる。この事業継続を迫及する計画を事業継続計画（Business Continuity Plan, 以下 BCP）と呼ぶ<sup>2)</sup>。防災基本計画においては、災害時の企業の果たす役割として、生命の安全確保、二次災害の防止、事業の継続、地域貢献・地域との共生を十分に認識し、各企業において BCP を策定することに努めるよう明記されている<sup>3)</sup>。国内外問わず BCP を経営戦略と位置付ける企業が数多く見受けられ、災害時においても重要業務は継続し、短時間で事業を復旧できるかどうかという、企業として供給責任を果たせる能力を示すことは、企業の価値を決める重要な要素となっている。このように BCP 策定は、経営戦略の一部として民間企業を中心に進められてきた。

しかし、民間企業に留まらず自治体や社会基盤を担う公益事業体に対しても BCP の策定が社会的に求められるようになってきている。それは、社会に不可欠な資源やサービスを提供するという点で、公益事業体が災害時に事業を中断する事態に

なれば、人々の生活、企業活動の基盤に大きなインパクトを与えることになりその後の復旧・復興過程にも大きく影響していくからである。内閣府は「地震発災時における地方公共団体の事業継続の手引きとその解説」の中で、地方自治体は災害時には地域における応急復旧及び復旧・復興活動の主体として重要な役割を担うとして、非常時優先業務を適切に継続できる体制をあらかじめ整えておく必要があるとしている<sup>4)</sup>。

### 1.2 大阪市水道局における事業継続能力向上に向けた取り組み

大阪市水道局では、水道事業という社会基盤としての重要性を鑑み、従前から事業継続、早期復旧を実現するための体制や施策を構築してきた。水道事業は Critical Infrastructure<sup>5)</sup>と呼ばれる重要な社会基盤の一つであり、大規模災害時に社会の機能を継続させるためにはこれらを守ることが重要である。平時の大阪市の水道事業では、ISO22000に準拠して、高品質の水を安定的に供給し、お客様である住民の声を経営方針に反映することが使命とされている（図1）。しかし大規模災害時には水の安定供給を継続できなくなる可能性がある。それは水を確保する基幹施設（浄水施

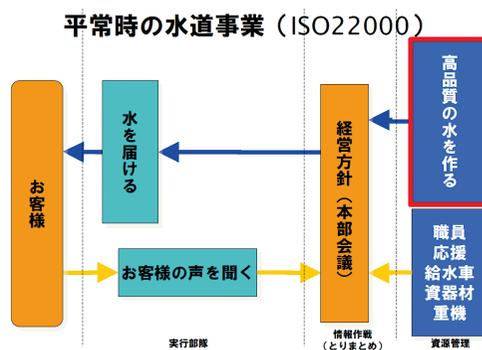


図1 ISO22000に準拠した平常時の水道事業

設)が被災する場合と、水を供給する配水施設が被災する場合に大別される。後者では、配水管などの応急復旧や応急給水といった市内に水を届ける機能を維持するための業務、前者では、浄水場の稼働状況によっては代替浄水場との連携も含め、市内に届ける水を確保する機能を維持するための業務を行わなければならない(図2)。このような事態であっても水の安定的供給という使命を継続するために、事業継続計画を構築しておくことが必要である。

大阪市水道局では、従前の東海・東南海・南海地震による被害想定<sup>1</sup>に基づき、水の供給源となる浄水場は津波による浸水被害を受けず十分な水の量は確保できるという前提のもと、配水施設の被災を想定しどのように市内配水を行っていくかという水の配分問題について検討を行ってきた。具体的には、平成20年度には、局全般を対象として業務優先度分析を行い、災害時に優先すべき業務を整理した。平成21年度には、水道部本部として災害時に必要な情報の分析を行い、水道部本部会議用のとりまとめ報様式を作成した。これらの成果を反映し、平成22年5月には事業継続計画を策定した。平成22年度では、出先機関である各事業所(水道工事センター・営業所)の災害時運用体制の構築を検討し、応急復旧・給水に係る基本

的対処方針の作成、お客様への広報様式の作成を行った。

しかし、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震が「想定外」の規模で発生したことを受けて、南海トラフ地震の震源断層域の見直しが行われている。その結果、従前の想定を超える大きな津波の危険性が指摘され、防災・減災のあり方を再検討する必要が生じている。大阪市水道局では、従前の想定では浸水影響を受けないとされていた局内最大の浄水施設である柴島浄水場が浸水する危険性を認識し、国の新たな被害想定を発表を待たずに浄水場の浸水を想定した新たな被害シナリオを設定し、その場合の対応方針について検討を行った。つまり平成23年度では、予想される津波の脅威の高まりを受けて、対策を講じなければ柴島浄水場の浄水能力の喪失が懸念される状態を想定し水の調達問題について検討を行うこととなった。各年度の検討課題の関係は図2に示すとおりである。

なお、2012年8月29日に内閣府における「南海トラフの巨大地震モデル検討会」で発表された被害想定では、今後発生しうる最大クラスの地震を想定したシミュレーションでも柴島浄水場は浸水しない想定とされている。しかし本検討は、この想定が発表される以前の取り組みであり、内閣府の被害想定を上回る規模の災害にも備える観点から、また防災対策上急務であるという認識のもとに行った価値ある検討であるためここに紹介する。不特定かつ想定を上回る危機に対し、組織の経営層がいかに関与し迅速・正確に情報を収集・分析し、意思決定をして対処するかというトップのマネジメント能力の開発のために仕組みとしてクライシスマネジメントの考え方がある(PAS200より)が、本検討は従前の想定を上回る柴島浄水場の一部が津波による影響を受けると想定し、作業レベルまで落とし込んだ具体的な対策を講じることを目的とした取り組みである。

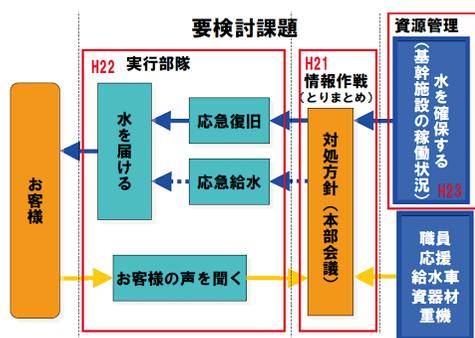


図2 災害時の水道事業および平成21年度から23年度までの取り組みの関係

<sup>1</sup> 従前の東海・東南海・南海地震による被害想定  
中央防災会議による東海・東南海・南海地震に関する被害想定(2003年9月)によると、揺れによる被害、津波による被害はともにわが国最大級となり、建物全壊は約90万棟、死者約2万5千人、経済的被害は81兆円にのぼるとされていた。また、津波高が10m以上となる市町村は2県10市町とされていた。

### 1.3 Business Impact Analysis (BIA) と Risk Assessment (RA) とは

BCP の策定から運用、訓練、そして見直しまでを包括的にマネジメントするシステム全体を事業継続マネジメント (Business Continuity Management, BCM) と言い、国際規格として 2012 年に ISO22301 (要求事項)、ISO22313 (ガイダンス) が発行されている。これらの規格の中で、Business Impact Analysis (ビジネスインパクト分析、以下 BIA) は BCP 策定プロセスの基礎となる重要な手続きとして位置付けられている。BIA は一般的に、①事業を支える業務の洗い出し、②業務の中断による事業への影響の特定、③業務復旧優先度の決定、④目標復旧時間・目標復旧レベルの設定、⑤業務に必要な資源の特定 といった手順を踏み、組織への影響度を明らかにしていく。BIA によって継続すべき重要な活動を特定し、必要な経営資源を評価する。その結果を踏まえて、Risk Assessment (リスクアセスメント、以下 RA) によって業務中断の原因となる事象を特定し、組織が有する資産、機能への具体的な影響の分析を行うことで、事業を継続させるための戦略として BCP の策定が初めて可能になる。しかし、実際に BCP を策定する際に BIA および RA を有効に活用できていない事例が見られる。次節では、先行研究や事例における BIA 及び RA の位置付けについて述べる。

### 1.4 先行研究における BIA および RA の位置付け

水道事業に関する先行研究では、政府により発表されたハザード (外力) の大きさを前提として、施設などの物的被害を算出し、その被害からの復旧対策を講じる事例が多く見られる。例えば、豊田・庄司 (2008)<sup>6)</sup> は、首都直下地震の被害想定を用いて、東京都区部における水道事業全体の応急復旧シナリオについてまとめている。築山・他 (2008)<sup>7)</sup> は、南海トラフ地震をケーススタディとした配水管の被害予想データを用い、広域災害における水道管の復旧スケジュール策定支援システムを構築している。また、日本水道協会は、発災直後の体制確立、応急対応、平時からの資機材準

備など、各水道事業者が迅速に復旧活動として行うべき業務をまとめた「地震等緊急時対応の手引き」<sup>8)</sup> を作成しており、災害が起きた後の復旧対応にフォーカスした手引きやマニュアルの作成は各水道事業者においても行われてきている。

しかし、南海トラフ地震による被害想定の見直しを見据え、復旧対策だけではなく事前に行うべき予防対策を含め、BCP を戦略的に構築していく必要が生じている。また、中断してはならない最も重要な機能を継続できなくなる場合に、どのような影響が生じるのかをそれぞれの組織で具体的に分析し、作業レベルでの対策・対応に落とし込まなければ実効性の高い BCP とは言えない。従来の国の被害想定通りのハザードが発生するとは限らないことを考慮すると、BIA で特定された重要業務、資源に対して、RA で従来の想定を超える被害を発生させるハザードを設定するという手法を用いて、ハザードの選定を適切に行うことがより有効な BCP 策定に繋がると考える。これにより、組織にとって最も重要な機能を継続させるために必要な優先業務を具体的に整理しておくことが可能となる。

組織にとっての最悪シナリオを具体的に設定し、災害時優先業務の選定を行った取り組みの一例としては、田村・他 (2012)<sup>9)</sup> の研究がある。この研究では高速道路を管理する NEXCO 西日本をフィールドとして、外力における最悪シナリオ、道路被害発生箇所、災害対応者の居住場所および参集拠点の被害を、マップを使って可視化し、優先業務選定の支援ツールとしてその効果が確認されている。このマップでは上記のような被害情報を空間的にとらえられるが、水道事業のような一連の処理プロセスを有する社会基盤においては、プロセスの中で、その被害が組織の事業継続に最も致命的な影響を与える部分を明らかにする必要がある。

### 1.5 研究の目的

本研究では、公益事業者の大阪市水道局を事例として、社会基盤の事業継続のための BIA 及び RA、そしてそれに基づいた BCP 策定について報

告する。

南海トラフ地震により予想される津波の脅威の高まりを受けて、実効性の高いBCPを策定するために、BIAによって組織の重要業務の要素、資源を特定し、RAにおいて適切なハザードの選定を行うことで、具体的に打つべき対策を明らかにする。BIAにおいては、大阪市水道局内最大の浄水施設である柴島浄水場の浄水機能が低下するという重大な資源や機能の喪失を結果事象として想定することとし、RAにおいて、内閣府の従前の想定を超えた被害を発生させる南海トラフ地震による津波をシミュレーションによって発生させ、これを被害想定として設定することとした。これにより被害シナリオを具体的に設定し、より実効性の高い対応策を構築することを目指す。また何を予防対策で守り、何を復旧対策で対応するか、つまり継続すべき重要業務に対して限られた資源をどう戦略的に配置するかという事業継続戦略を構築することを目的とする。

## 2. 分析ツールと分析過程

### 2.1 使用する業務分析ツール

先行研究において、効果的な危機対応業務を実現するための業務分析を支援するツールが開発されている。田口・林 (2002)<sup>10)</sup>は業務分析手法のひとつであるIDEF0手法を用いて、防災対応マニュアルの標準的な記述手法を開発した。また竹内・他 (2007)<sup>11)</sup>はBFD (Business Flow Diagram) を用いて危機対応業務を階層化する手法を開発し、既存のマニュアルに記載されていない業務・資源を明確化している。山田・他 (2008)<sup>12)</sup>はBFDを用いて階層化した業務をWBS (Work Breakdown Structure) 形式で記述する手法を開発した。本研究では、これらの業務分析ツールを用いてBCPを策定していく。

### 2.2 職員参画型ワークショップの実施

実際の検討体制としては、職員参画型ワークショップ (以下、WSと表記) を実施した。WSメンバーは各所属から係長級以上で構成され、浄水場から3名、施設保全センター、水質試験所、工

務課、施設課からそれぞれ1名ずつ、合計7名で実施した。また、大学の研究者、大阪市水道局災害対策委員会事務局から、作業の進行を円滑に行うためファシリテーターとして参加した。

全3回のWSと1回の図上型訓練を行い、検討と検証を行った。第1回WSは2011年8月22日、第2回WSは9月7日、第3回WSは11月4日、図上型訓練 (第4回WS) は12月15日、第5回WSは2012年3月16日に実施された。

### 2.3 戦略構築のための分析過程

本研究では以下に示す分析過程でBCP策定から戦略構築までの検討を行った (図3)。

まず、柴島浄水場の施設が浸水影響を受けるような津波を想定した場合に考えられる対応すべき課題として、1) 原水水質悪化 2) 施設浸水 3) 停電の3点について第1回WSで検討を行った。そのうち、1) 原水水質悪化 2) 施設浸水について業務の洗い出しを行った。3) 停電は1) 2) に対する対応業務遂行に影響を与えるため、それぞれの課題の中で必要とされる資源として扱い、本研究では業務遂行の制約条件として考慮することとした。

第2回WS・第3回WSでは、1) 原水水質悪化については、業務フロー図を作成し対応業務の抜け・漏れ・落ちの確認を行った。そして、それぞれの対応に必要な時間と資源の算定を、津波発生前・後に分けて行った。2) 施設浸水についても同様に業務フロー図を作成した。これに加え、浸水想定施設を考慮した空間分析を行った。そして、それぞれの対応に必要な時間と資源の算定を、津波発生前・後に分けて行った。

これらの分析結果をもとに対応戦略を構築し、図上型訓練でその有効性を検証した。図上型訓練での検証結果を踏まえ、最後に対応業務をWBSに反映するという作業を行った。

第3章ではWSで検討した内容と成果を具体的に示し、第4章でWS成果を踏まえた事業継続のための戦略構築について考察する。

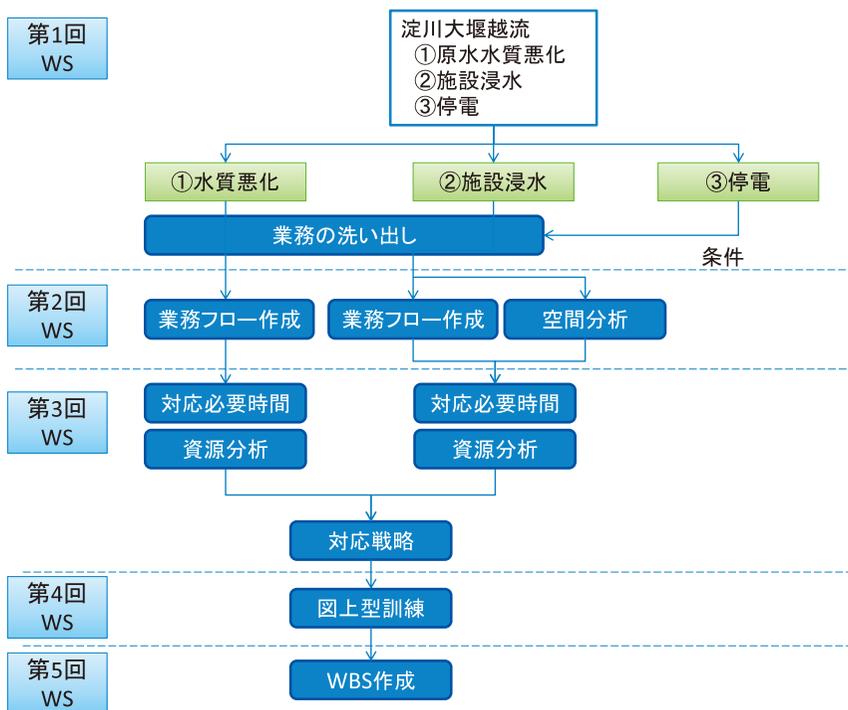


図3 分析の手順

### 3. ワークショップ実施と成果

#### 3.1 浄水施設における対応すべき課題の同定

柴島浄水場の施設が浸水影響を受けるような津波を想定した場合に対応すべき課題の同定し、業務の洗い出しを第1回WSで行った。

大阪市水道局は東日本大震災に際して岩手県陸前高田市に応援に行っており、現場での経験を基に対応すべき課題として、事務局から以下3つの課題が提案された。1) 海水の流入による塩分濃度の上昇(原水水質悪化) 2) 越流による浄水施設の浸水(施設浸水) 3) 電力喪失による機能停止(停電)の3点である。

ここで具体的な津波高の設定値として、柴島浄水場の標高がTP(東京湾平均海面)4~6mであるため、これと同程度の津波高さとなるような津波波源を設定しシミュレーションを行った。内閣府(2012)は、東北地方太平洋沖地震において津波を押し上げた大滑り域を南海トラフの波源断層に適用して新たな想定を発表した。本研究で

も、危機管理的観点から柴島浄水場において津波被害が発生するレベルを、南海トラフに大滑り域を設定して想定した。すなわち、津波波源は、中央防災会議が2003年に想定した東海・東南海・南海地震の断層モデルを背景断層とし、これに紀伊水道沖に1枚の矩形断層で近似した大滑り域を追加し、柴島浄水場での津波高が4~6mとなるように大滑り域の滑り量を調整して作成した。このシミュレーション結果より、地震発生から柴島浄水場に津波が到達するまでには約2時間半の猶予があるとされた。また「満潮」で「淀川大堰のゲートが閉」の状態であると原水水質悪化の影響は長時間に亘る可能性があり、たとえ浄水施設が浸水を免れたとしても取水ができず、配水池にストックされている水量だけでは供給量が足りなくなる可能性が指摘された。電力問題は独自の問題ではなく他の課題それぞれに係わる要素であるため、電力不足という制約条件として扱うことが適当であるという結論に至った。なお、3章3節で

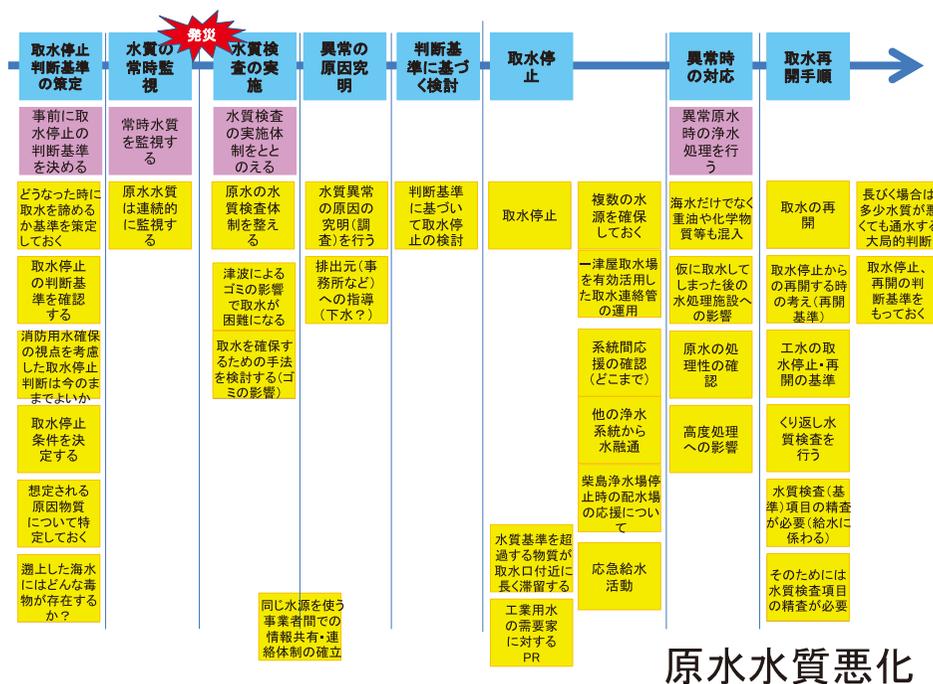


図4 原水水質悪化に対する対応業務の洗い出し

後述する浸水想定施設の設定の中で、電源施設（自家発電設備など）は浸水影響を受けない想定となっており、電源の確保はできるという前提のもと検討を進めているが、一般的には別途、電源確保に対する対応方針については検討を行う必要があると考えられる。しかし、今後発生しうる最大クラスの地震を想定した津波シミュレーションでも柴島浄水場は浸水しない想定とされているため、電源喪失を伴う浸水影響までは本研究では想定せず、停電を制約条件として考慮するまでに留める。

以上の検討結果を踏まえ、原水水質悪化、施設浸水に対応すべき課題であると決定し、それぞれの問題に対して対応すべき業務の洗い出しを行った。その結果を図4、図5に示す。ここでは、地震発生、津波到達前、津波到達後というように大まかな時間的な流れを踏まえ、対応業務の洗い出しが行われた。

これより先の分析では、原水水質悪化、施設浸水それぞれについて対応業務の分析を行う。

### 3.2 原水水質悪化に対する対応業務

#### (1) 業務フロー図作成

原水水質悪化という課題に対し、洗い出した業務の流れを検証するため業務フロー図の作成を行い、業務の抜け・漏れ・落ちの確認を行った。大阪市水道局ではこれまでも油流出事故や原水水質悪化などの水源水質事故を想定したマニュアルが作成されているが、これはあくまで「対策計画」として考え得る対処法を列記しているものであり、特に災害時という制限が加わるヒト・モノなどの経営資源のほか、目標復旧時間、サプライチェーンを必ずしも意識したものとはなっていない状況である。そこで、既存の計画をもとに業務フロー図の作成を行い、事業継続という観点から、既存の計画の再点検、経営資源の適切な見える化や振り分けを行うこととした。

業務フロー図の作成にあたり、田口・林 (2002)<sup>9)</sup> が用いた業務分析手法の一つである IDEFO手法を参考とし、処理を表すボックスとして仕事カードと呼ばれるカードを用いた。仕事カードは竹内・

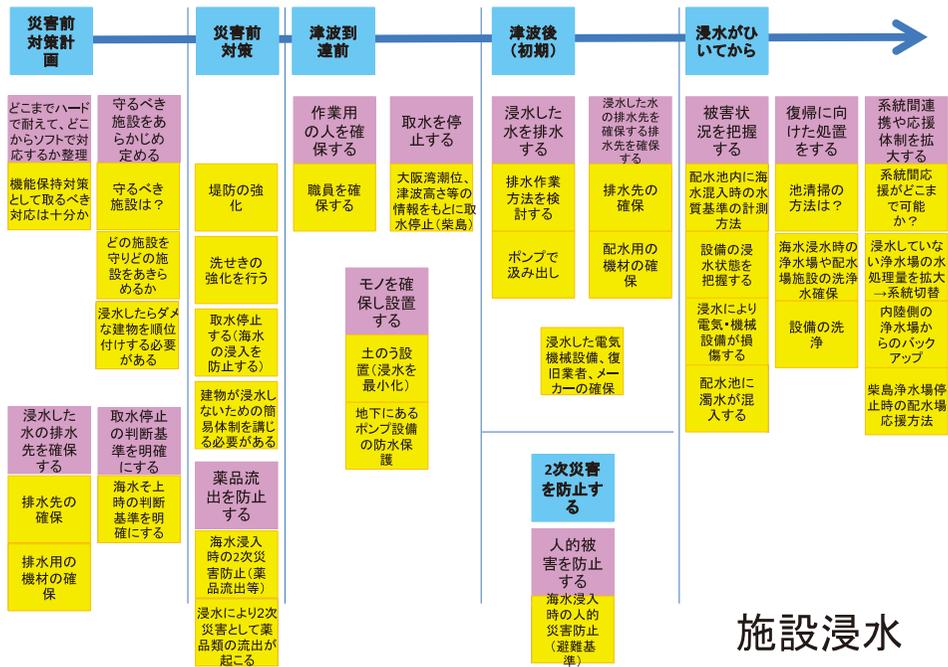


図5 施設浸水に対する対応業務の洗い出し

他(2007)<sup>10</sup>が開発したBFDのツールの1つである。1枚のカードに1つの仕事を書き出し、その仕事の開始要件、必要なツール、終了要件、生成物を書き込むことができる。開始要件については、「イベントがおきてから」「依頼されてから」「時間がきてから」「何かを受け取ってから」というチェック欄があり、その下に具体的にその開始要件を記入する欄が設けられている(図6)。

IDEF0手法ではこれらの項目を矢印を使って表現し、その仕事を行うために必要なインプット情報、制約条件、資源や手段、アウトプットを記載する。仕事カードと重なる項目もあるが、今回は図6に示すようにこれらを併用してより業務の具体化を行いながら、第2回のWSで業務フロー図を作成した。なお、仕事カードとIDEF0手法による記載項目が重複する部分があるため、以後、本論文中における業務フロー図は、仕事カード上段「・・・が・・・する」の部分と、IDEF0手法による矢印を用いたインプット情報、制約条件、資源や手段、アウトプット部分のみ記載し、簡略化した業務フロー図を掲載することとする。

原水水質悪化に対する対応業務の主な流れを図7に示す。津波注意報・警報を確認すると、河川水位と水量の情報をもとに取水停止をするかどうかの判断を行う。取水停止判断が下されれば取水停止を行い、柴島浄水場より上流側に位置するため水質悪化の影響を受けないとされる一津屋取水場の取水量を最大にする。同時に、大阪市水道局に属する他の浄水場に対して配水応援を依頼する。津波到達後は、原水の水質チェックを繰り返し行い、水の質と量が確保できれば柴島浄水場の取水再開の判断をする。これら一連の業務と並行して、河川水位変動のモニタリング、パトロールによる漂流物チェックなどによって浄水処理及び設備の被害調査を行い、津波漂流物の除去を行う。取水を再開したら、再び水質チェックを行い、最終的に安全な水を市内に配水する。以上の業務の流れを確認することができた。

(2) 対応必要時間・必要資源の分析

第3回WSでは、業務フロー図で整理した一つ一つの仕事に対し、対応必要時間と必要資源の分

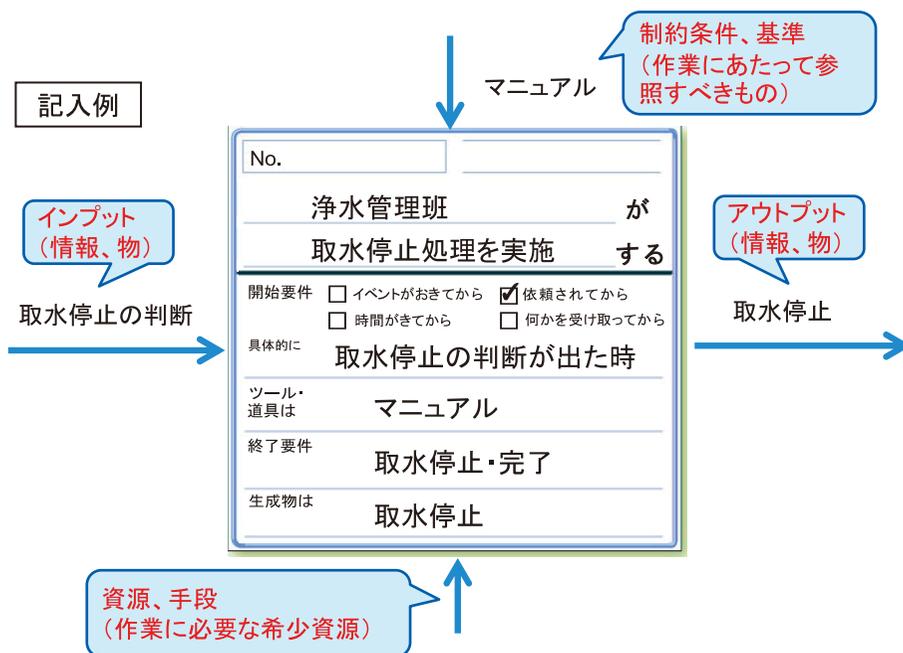


図6 仕事カードと IDEF0手法を用いた業務フロー図の記述方法

析を行った。仕事を行うタイミングや手順、さらに必要な資源を把握することで、より業務を具体化することが目的である。

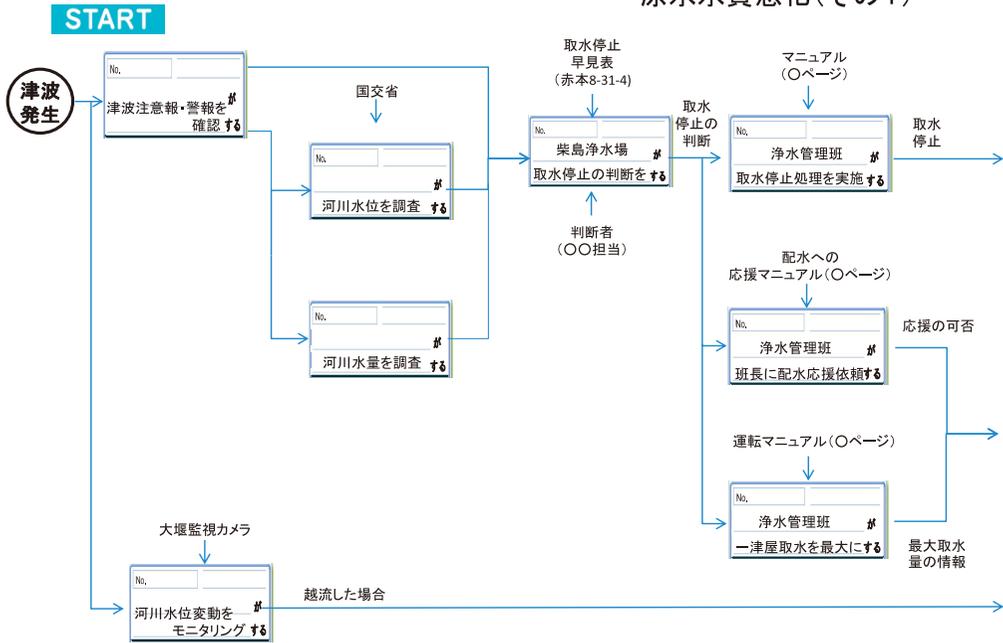
津波シミュレーションでは、地震が発生してから津波到達まで約2時間半の猶予があると推定されたため、地震発生から約2時間半(150分)の間にすべき各業務について、対応に要する時間(対応必要時間)の整理を行った。図7の業務フロー図に対応必要時間と経過時間を追記した結果を図8に示す。分析の結果、津波到達までの150分の間に取水停止作業と一津屋取水場の取水量を最大にする作業まで行うための時間的な制限について可視化することができた。

また、これらの業務に必要な資源についても整理を行った(表1)。具体的には、どの班のどのチームが何チームで行うか、チームの構成人数・能力(事務、技術、技能)、必要となる資源、情報源をまとめた。その結果、兼任できる業務がある一方、津波到達までに行う業務には技術系や技能系の職員が対応しなければならないことが整理された。これにより、津波到達までに行う業務にお

ける資源面での制約を認識することができた。また、これらの業務に必要な人員は、平日の勤務時間内でも夜間・休日などの勤務時間外においても確保することができるということも明らかになった。

なお、津波到達後の原水水質悪化に対する対応業務について、対応必要時間・必要資源の分析は行わない。原水水質悪化の影響は、従来の想定では1~2時間で収まると想定されている一方、3章3節3項で述べるが、施設浸水は本格復旧までに数か月以上かかる想定となっている。そのため、津波到達後は施設復旧作業を優先的に行い、施設の機能が復旧した後、水質チェックを行い水の量と質を考慮して取水再開の判断を行うこととなる。従って、津波到達後の原水水質悪化に対する業務(水質チェック、取水再開の判断と実施)は、施設復旧の作業状況に依存するため、経過時間(対応必要時間の累積)及び必要資源の分析を行わないこととした。

### 原水水質悪化(その1)



### 原水水質悪化(その2)

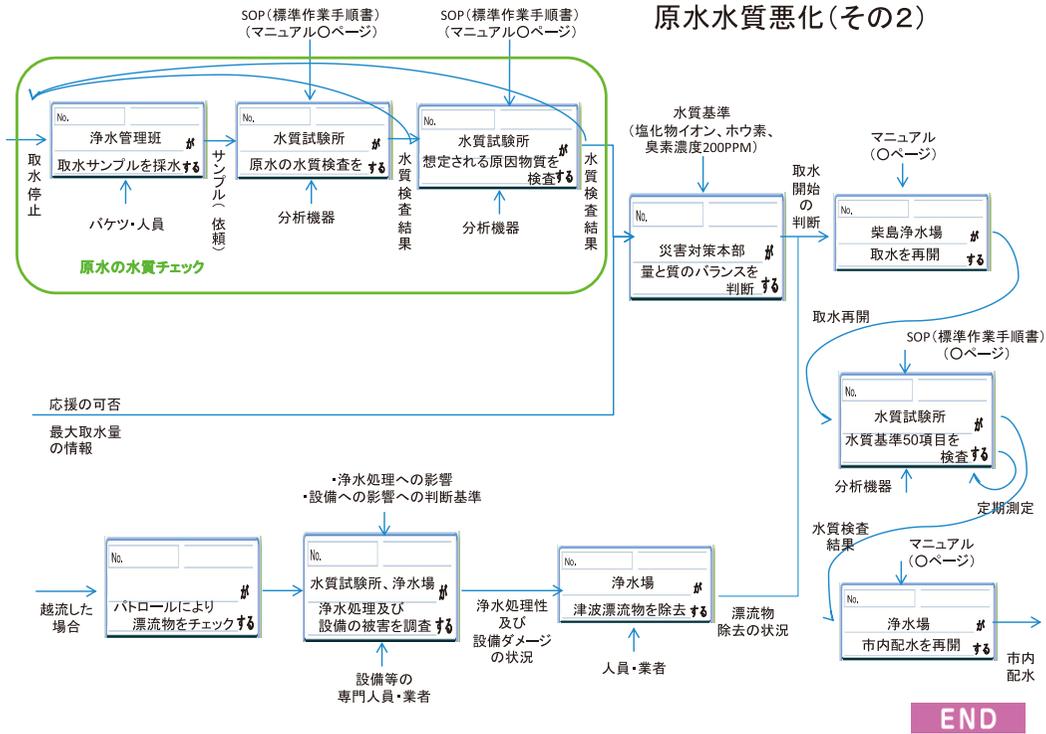
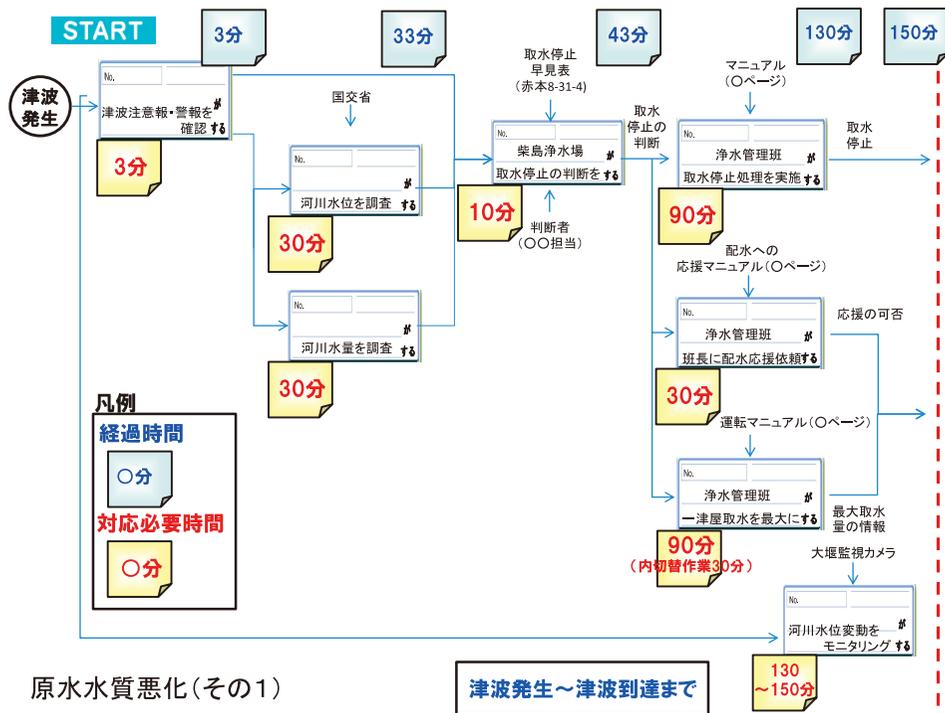


図7 原水水質悪化に対する業務フロー図



原水水質悪化(その1)

津波発生～津波到達まで

図8 対応必要時間と経過時間(原水水質悪化)

表1 原水水質悪化に対する業務に必要な資源

津波発生後経過後(作業実施後の時間)	作業項目	班	チーム名	チーム数	チームの人数			トータル人数			1チームあたり必要な資源	必要な資源	必要な情報・判断元
					事務	技術	技能	事務	技術	技能			
3分	津波注意報・警報を確認する	浄水管理班	運転管理チーム	1	0	0	0	0	0	なし	なし		
3～30分	河川水位を調査	浄水管理班	運転管理チーム	1	0	1	0	0	1	なし	なし	国交省	
3～30分	河川放流量を調査	浄水管理班	運転管理チーム	1	0	0	0	0	0	なし	なし		
30～40分	取水停止の判断	浄水管理班	運転管理チーム	1	0	2	0	0	2	0	なし	なし	取水停止 早見表
			連絡調整チーム	1	0	2	2	0	2	2	なし	なし	
40～130分	取水停止処理を実施	浄水管理班	運転管理チーム	1	0	1	5	0	1	5	なし	なし	浄水管理室 LCD
40～70分	配水課に配水応援依頼	浄水管理班	運転調整チーム	1	0	1	0	0	1	0	なし	なし	配水管理室 LCD
40～100分	一津屋取水量を最大に(約30分で遠隔にて柴島2系への切替作業を実施)	浄水管理班	運転管理チーム	1	0	1	1	0	1	1	なし	なし	浄水管理室 LCD
			連絡調整チーム	1	0	1	0	0	1	0	なし	なし	
120～150分	河川水位変動をモニタリング	浄水管理班	運転管理チーム	1	0	1	0	0	1	0	なし	なし	国交省, 浄水管理室 LCD・ITU

兼任  
兼任

### 3.3 施設浸水に対する対応業務

#### (1) 業務フロー図作成

原水水質悪化と同様に、第2回WSで施設浸水に対する業務フロー図を作成した。浸水影響想定図（第13回災害対策委員会（平成18年9月）資料に基づく<sup>2)</sup>）に基づき浸水想定施設を設定し、施設浸水に対する対応業務の流れを検討した。浸水想定施設の平面位置を図9に、各施設の敷地地盤高さ及び津波高を図10に示す。ここで、敷地地盤高さはOP（大阪湾最低潮位）を用い、 $OP = TP + 1.3$  (m) の関係がある。津波高は平常潮位から津波によって海面が上昇した高さの差を示す（気象庁による定義に基づく<sup>13)</sup>）。

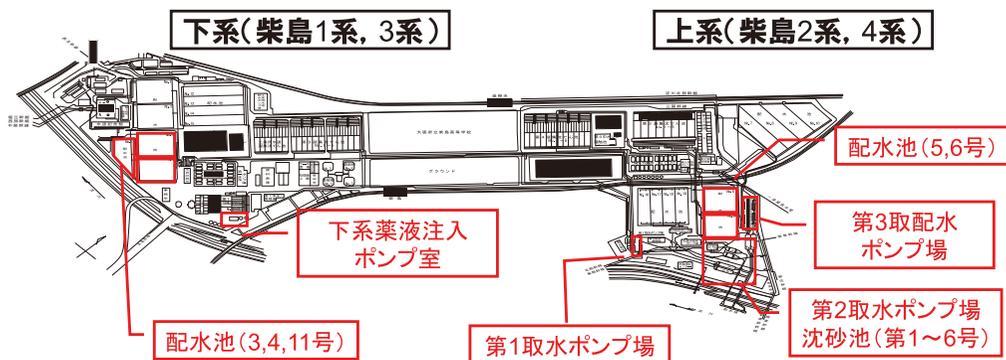
作成した業務フロー図を図11に示す。主な業務の流れは、津波警報を確認すると、まず浸水影響を受ける配水池を浄水処理プロセスから切り離す。これは濁水が混入すると、配水池に貯留されていた水は水質基準を超過し市内配水できなくなるため、これら配水池の流入出部を閉弁する必要

があるからである。また、一部の浸水想定施設に対して防水カバーや土嚢の設置を行い、浸水を防止できる施設には対策を行う。復旧に向けて、排水ポンプの準備も行う。また、一津屋取水場から系統切替を行う（これについては3章3節2項で詳細に述べる）。その後、浸水影響を受けた施設に対しては、故障の発生状況を確認し資材の準備など復旧に向けた準備を行う。並行して、浸水によって漏電や短絡が起り停電になる場合もあるが、感電や火災防止のため、浸水被害を受けた可能性がある施設については可能な限り停電を自主的に実施する必要がある、ということが確認された。その後は復旧作業として、浄水施設から海水を排水し、浸水施設の洗浄水確保、洗浄・乾燥作業を行うなど機械設備の修繕等を行った後に本格復旧する。

#### (2) 空間配置を考慮した対応業務の分析

次に、浸水影響施設を柴島浄水場の処理系統図

## ○柴島浄水場における浸水想定施設 （淀川が氾濫した場合）



※第13回災害対策委員会(平成18年9月)資料より(一部データ更新)

図9 浸水想定施設の平面位置

<sup>2)</sup> 浸水影響想定図

柴島浄水場における浸水範囲、深さについては淀川の河川氾濫を想定する。これは、総雨量500mmの降雨(平成12年9月に、東海地方で観測された過去100年間で最大級の豪雨)を想定した条件で、仮に堤防が決壊した場合を想定しているものである。

とマッチングさせ、空間配置と微地形を考慮して対応業務を検討した。作成した業務フロー図の中で、どの施設に対して優先的に浸水防止対策をすれば良いか、ということ进行を明らかにする。

柴島浄水場の処理系統は図12に示すとおり、取水場、浄水施設、配水施設という流れからなっており、柴島浄水場には柴島1系から4系までの4種の処理系統がある。取水場と浄水施設の間では、処理系統を切り替えることが可能である。なお、ここでは柴島3系の浄水処理可能量を a、柴島2系を b、柴島4系を c、柴島1系を d と表記することとし、実際の処理可能量の大小関係は  $a > b > c > d$  となっている(単位は何れも万 m<sup>3</sup>/日)。

まず、処理系統図には記載されていなかったが柴島1系と3系(下系)の浄水処理プロセスに含まれる下系薬液注入ポンプ室が浸水想定施設とされていた。そのため、柴島浄水場が津波による浸水影響を受けると下系の処理プロセスのうち浄水施設以降は使用することができなくなる。また、取水施設である第1～6号沈砂池、第1～3取水

ポンプ場が浸水影響を受けるため、取水源として運用継続できる施設は一律屋取水場のみとなる。ここでは、一律屋取水場は柴島浄水場より上流側に位置するため、浸水影響を受けないものと想定している。従って、継続的な取水、浄水、配水を行うため、かつ浄水処理量をできるだけ確保するためには、処理系統を一律屋取水場から柴島2系へ切り替えなければならないことが明らかになった ( $b > c$  のため)。その結果、取水停止後に機能を維持できる処理系統は図12の青色で示す通りとなり、施設能力としては b' の浄水処理量となる。ここで、 $b > b'$  であり、一律屋取水場の最大取水能力が b より小さいため、柴島2系で浄水処理する水量は b より少ない b' となる。

次に、浄水処理可能量を最大化することを考える。津波到達までの2時間半の間に優先的に浸水を防止する施設を下系薬液注入ポンプ室(図12の丸で囲んだ部分)とすることで、浄水処理可能量が最大 a である柴島3系を使用することが可能となる。また、取水量を確保するために、柴島3系

### 各施設の敷地地盤高さおよび津波高

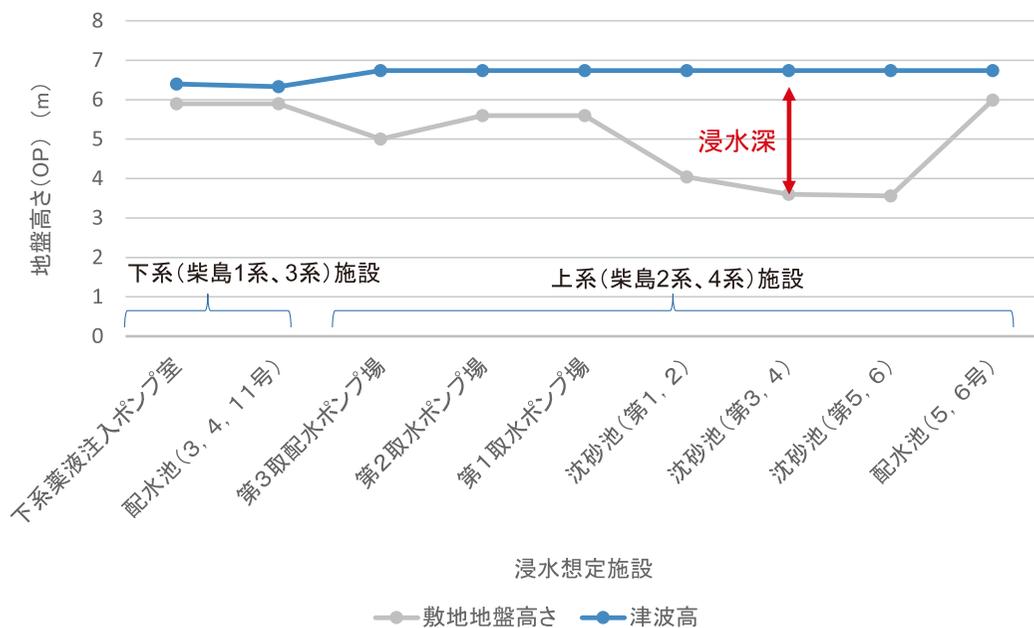


図10 各施設の敷地地盤高さ及び津波高

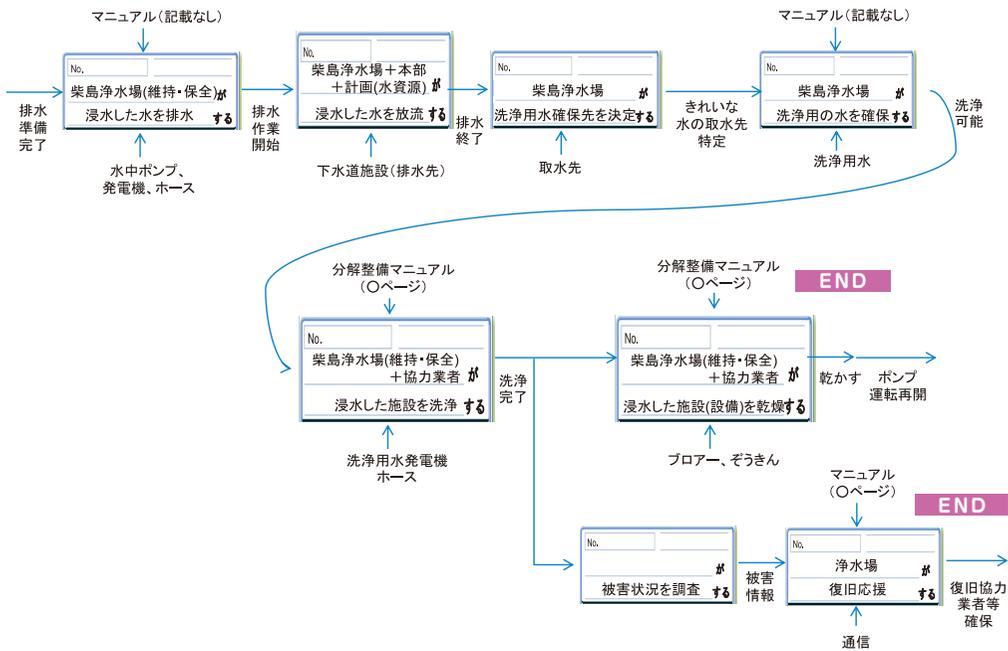
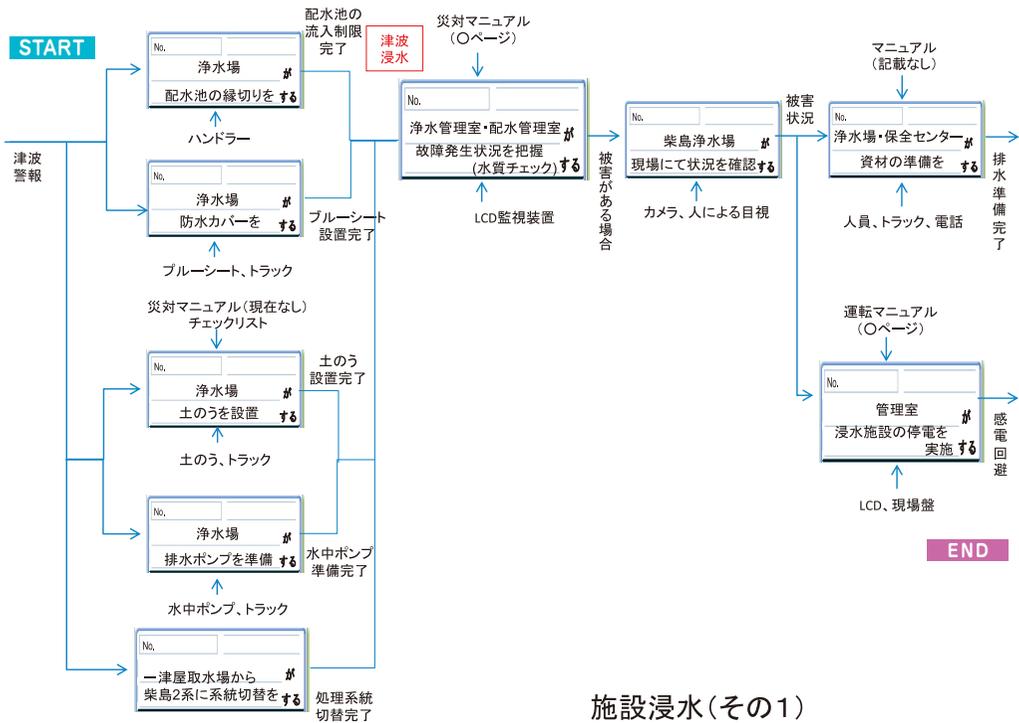


図11 津波浸水に対する業務フロー図

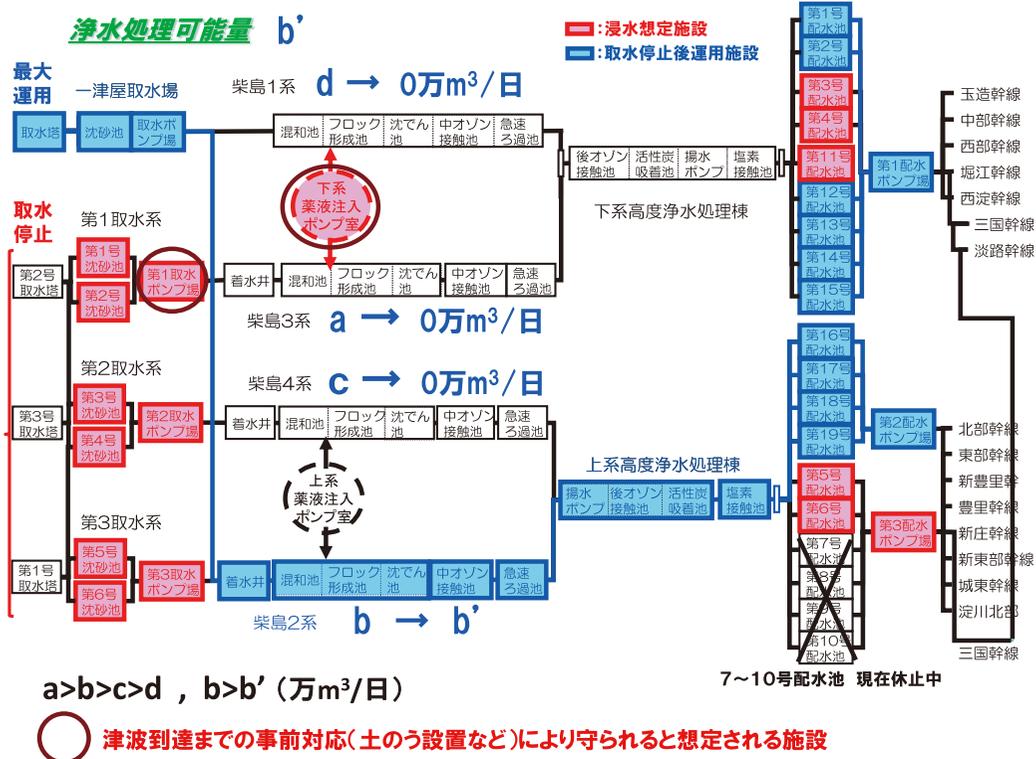


図12 津波到達後に機能維持可能な処理系統

と繋がる第1取水ポンプ場（図12の丸で囲んだ部分）についても津波到達までに浸水防止対策を行うことが望ましいという結論に至った。第1, 2号沈砂池の洗浄を行えば第1取水系から取水を再開することが可能となる。その結果、柴島2系と3系の浄水処理可能量を合計した $a + b'$ まで浄水処理量を回復させることができる。さらに、浸水影響を受けた第2取水ポンプ場の洗浄・乾燥、機械設備の修繕等を行うことで、柴島4系の使用が再開され全体の浄水処理可能量は $a + b' + c$ となる。最終的には残りの浄水施設の復旧も行い、全体の浄水処理可能量を $a + b + c + d$ まで回復させる。

以上のように施設の空間配置と浸水危険性を考慮することで、津波到達までに一律屋取水場から柴島2系へ系統切替を行う必要があること、次に防水カバーや土嚢を設置する施設として、下系薬液注入ポンプ室と第1取水ポンプ場とするのが適当であるということが明らかになった。

### (3) 対応必要時間・必要資源の分析

原水水質悪化と同様に、第3回WSで、対応必要時間と必要資源の分析を行った。施設浸水については地震発生から津波到達前（2時間半）、津波到達後から本格復旧までの各業務について対応必要時間の整理を行った。これらの検討は、既存のマニュアルに加え、WSメンバーの各職員が日々の業務上で得た経験や知識に基づいて行われた。WSを通してそれらを形式知化し合意を形成していった。図11の業務フロー図に対処必要時間と経過時間を追記した結果を図13に示す。

浸水想定施設の洗浄作業は7日間、乾燥作業は2～3ヶ月程度の作業時間がかかるとワークショップで想定された（図13で赤枠で囲んだ業務）。沈砂池は乾燥作業が不要な施設のため、洗浄が完了すれば津波発生から8～9日間で運転を再開することができる。それに対し、薬液注入ポンプ室、取水ポンプ場は施設の洗浄・乾燥作業が

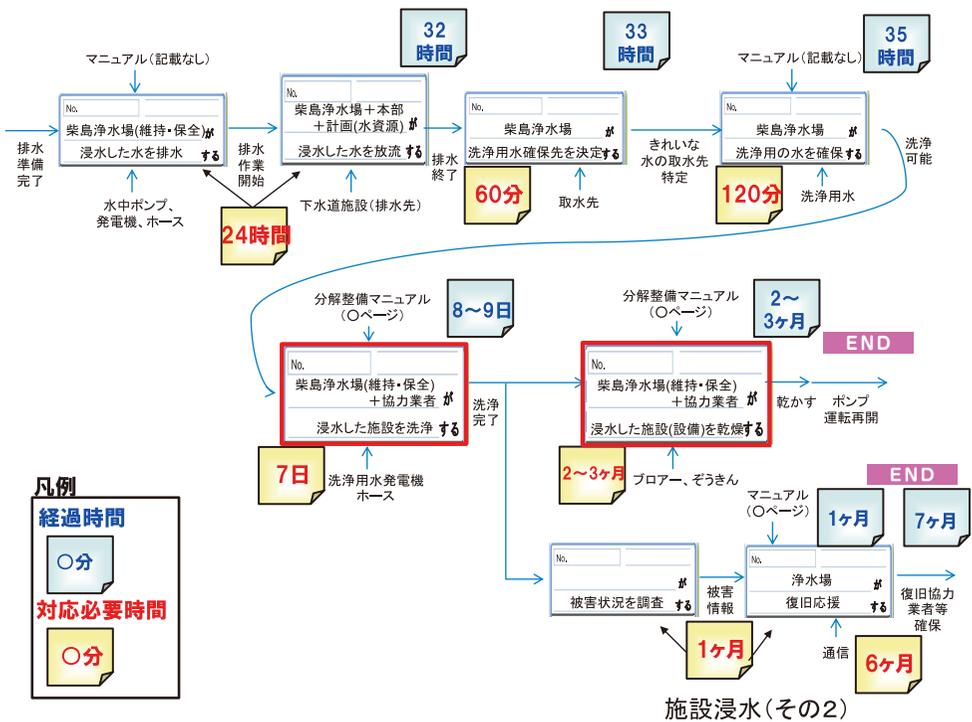
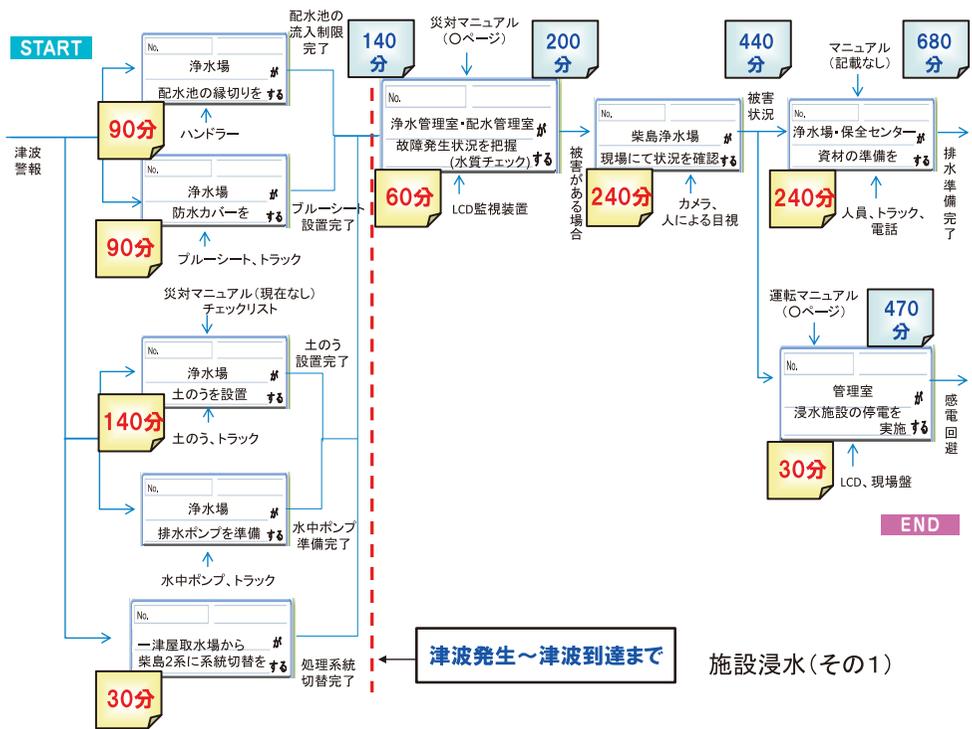


図13 対応必要時間と経過時間 (施設浸水)

必要であり、津波発生から運転再開まで2～3ヶ月要すると想定された。つまり、事前に下系薬液注入ポンプ室、第1取水ポンプ場に浸水防止対策を行わなかった場合には、施設の洗浄・乾燥作業が必要となり柴島3系の復旧には2～3ヶ月程度かかるが、事前対策を行うことで施設の乾燥作業が不要となり、沈砂池の洗浄作業のみ行えば8～9日程度で柴島3系を復旧させることができる、と想定された。なお、原水水質悪化の影響は従来の想定では1～2時間程度継続するとされているが、ここでは従来の想定を上回る仮想定として数日程度影響が継続し、柴島3系が復旧する8～9日程度の期間までにはその影響は収まるものと仮定する。柴島3系が復旧すると、浄水処理可能量が最大供給量を上回るため、柴島3系を早期復旧させることは非常に重要である。その一方、事前対策を行ったとしても最終的に本格復旧するまでには少なくとも約7ヶ月かかるということが職員によって指摘された。時間経過と浄水処理可能量の変化を図14に示す。

また、これらの業務に必要な資源について整理を行った(表2)。具体的には、どの班のどのチームが何チームで行い、チームの構成人数・能力、必要となる資源、情報源をまとめた。その結果、現有の資源では不足する資源(例えば防水シート、土嚢)が存在することが明らかになった。浸水防止を優先的に行う施設が明らかになったことで、

具体的に必要となる防水シートの枚数や土嚢の個数などを算定することができたためである。

以上の検討結果より、地震発生からいつまでにどのような対応をしなければならないか、またそれに必要な資源について明らかにすることができた。特に津波到達までの2時間半の間に、柴島2系へ系統切替をすること、優先的に浸水防止対策を行う施設を下系薬液注入ポンプ室と第1取水ポンプ室とすることが必要であることがわかった。しかし、防水対策に必要な資源は現有の資源量では不足すること、さらに事前に上記のような防水対策を行ったとしても、浄水施設の本格復旧には少なくとも半年以上の時間を要するということが明らかになった。なお、人員については、今回は平日の勤務時間内の職員数を想定しており、この人員体制で津波到達までに行うことができる業務を選定した。夜間・休日などの勤務時間外については人員が不足するため、別途対応体制の検討が必要である。

### 3.4 図上型訓練

図上型訓練では、WSでの検討結果の有効性を検証した。

まず、訓練にあたっての被害想定は、東南海・南海地震(海溝型)が勤務時間内である14時に発生したと想定し、津波が地震発生から大阪湾に到達するまで約2時間とする訓練シナリオを事前に

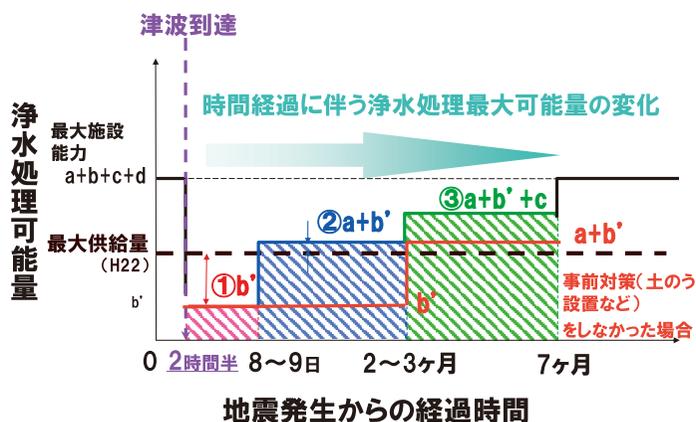


図14 事前対策と復旧対応を踏まえた浄水処理可能量

表 2 施設浸水に対する業務に必要な資源

津波発生後経過	発災段階	作業項目	班	チーム名	チーム	1 チームの人数			トータル人数			1 チームあたり必要な資源	必要な資源	不足する資源	必要な情報・判断
						事務	技術	技能	事務	技術	技能				
発災～30分半	津波到達まで	一津屋取水場から柴島 2 系に系統切り替える (電動バルブ 2 基は遠隔操作)	浄水管理班	運転管理チーム	1	2			2			LCD (浄水管理室)	LCD (浄水管理室)		
発災～90分		配水池の緑を切る (3, 4, 11 号池, 5, 6号池)	浄水管理班	維持管理チーム他	5	20			100			ハンドラー 1 基	ハンドラー 2 基		
		浸水想定配水池に防水カバー (配水池の緑を切る作業と同時に並行で、緑切作業をしながら余剰人員で防水カバー)	浄水管理班									ブルーシート 18枚, ロープ 18本	ブルーシート 91枚, ロープ 91本	ブルーシート 71枚, ロープ 91本	
		取水停止後、排水ポンプを準備する (配水池の緑を切る作業と同時に並行で、緑切作業をしながら余剰人員で準備)	浄水管理班									トラック 1 台, 排水ポンプ 2 台, 電力	トラック 1 台, 排水ポンプ 2 台, 電力		
浸水想定施設 (下系薬液注入ポンプ室, 第 1 取水ポンプ場) に土のうを設置する		浄水管理班	土のう袋 270枚, 12 m <sup>3</sup> , 車 2 台									土のう袋 540枚, 12 m <sup>3</sup> , 車 4 台	土 12 m <sup>3</sup> (事前準備しておく), 車 3 台		
発災～140分					2	35			70						
140～200分		故障発生状況を把握する	浄水管理班	運転管理チーム (浄水管理・配水管理で各 1)	2		1	4		2	8	LCD (浄水管理室, 配水管理室)	LCD (浄水管理室, 配水管理室)		
			現場にて状況を確認する	浄水管理班	運転管理チーム	1	10			10			自転車 10 台, 車 2 台	自転車 10 台, 車 2 台	
440～680分		資材の準備をする	浄水管理班	維持管理チーム	1	5			5			トラック 1 台, 排水ポンプ 1 台, 電力	トラック 1 台, 排水ポンプ 2 台, 電力		
440～470分		浸水施設の停電を実施する	浄水管理班	運転管理チーム	1	2			2			-	-		
32時間	津波到達後 (津波警報解除後作業実施)	沈砂池に浸水した水について浄水処理が可能かどうかの判断を行う。													
		(浸水した水の浄水処理が不可能であると判断された場合) 浸水した水を排水する (沈砂池 1, 2 号, 第 2 取水ポンプ場) 浸水した水 (放流先として下水, 河川が無理であれば, あきらめる施設の沈砂池 (3, 4 号池又は 5, 6 号池へ) を放流する	浄水管理班	維持管理チーム	2	5			10			水中ポンプ 4 台, ホース 4 本, ケーブル 4 本, ロープ 4 本, 車 1 台	水中ポンプ 8 台, ホース 8 本, ケーブル 8 本, ロープ 8 本, 車 2 台	ホース, ケーブル, ロープ	
33時間	洗浄用水の確保先を決定する (2 配系の配水池を水源とすることが決まっている)	浄水管理班	維持管理チーム		なし			なし							
35時間	洗浄用水の水を確保する	浄水管理班	維持管理チーム	1	2			2			バルブキー 1	バルブキー 1			
8～9日	浸水した施設の洗浄をする (沈砂池 1, 2 号については当該作業で完了)	浄水管理班	維持管理チーム	3	6			18			ジェットポンプ 1 台, ホース 1 本	ジェットポンプ 3 台, ホース 3 本			
2～3ヶ月	浸水した施設 (設備) を乾かす (第 2 取水ポンプ場について完了)	浄水管理班	基本的に業者対応												
1ヶ月	全ての施設について (浸水の排水作業完了後) 被害状況の調査をする (上系・下系分かれて)	浄水管理班	施設復旧チーム	6	3			18			-	-			
1ヶ月	復旧応援する (本復旧)	浄水管理班	施設復旧チーム (電気・機械・土木各 1)	3	2			6			完成図書, 図面	完成図書, 図面			
7ヶ月	復旧する (本復旧)	浄水管理班	基本的に業者対応												

事務局で作成した。WSメンバーは「浄水管理班(班長)」「浄水管理班(柴島)」「水質班」の3班(プレイヤー)に別れ、事務局がコントローラーとなり状況付与を行った。プレイヤーは与えられる状況付与に対し、被害状況把握の指示および本部報告用資料の作成を行うとともに、被害軽減に向けた対応の意思決定・部下への指示などを行う。訓練を通して、業務フローに沿った一連の対応(指示、判断)が可能であるか、また、班内および班間においてマニュアルに沿った役割分担を踏まえた対応が可能であるかなど、WSでの検討結果の有効性を検証した。

図上訓練を通して評価された点として、「津波到達までに猶予時間がある中で必要となる対応業務について認識できた」、「幹部としてすべき判断の性質について学んだ(取水停止の判断など)」、「津波対策は来てからでは遅いため、事前に対策を実施しておくことの必要性を感じた」といった意見が挙げられ、組織として津波災害時にすべき対応についての理解が深まったと考えられる。一方改善すべき点として、「状況を把握できる能力が十分に発揮されていない(被害状況や稼働中施設について)」、「職員の安全を考慮した判断が難しい」といった意見が挙げられ、WS成果を踏まえた新しい提言がされた。これを受け、津波被害を踏まえた職員参集、職員避難に対する方針について今後検討していく必要があると同時に、津波到達までに実施すべき業務のうち事前に対策できるものについては優先的に設備投資などをして対策を施しておくことが重要であるという結論に至った。処理系統の切替、配水池の縁切りなどは通常運用からの切替作業であり災害発生前に行うことはできないが、通常時の運用方法や遠隔操作ができる施設整備なども含めて今後重点的に検討するべき点がワークショップと図上型訓練を通して明らかになった。

### 3.5 WBS作成

WSでの成果をもとにWBSを作成し、再度仕事の抜け・漏れ・落ちの確認を行った(表3)。仕事の実施手順として、情報入手(確認・調査)、仕事

(集約・判断・活動)、情報連絡(報告・要請・指示)に留意して確認を行った。

## 4. 考察

### 4.1 津波被害に対する対応業務

本研究では、公益事業体の大阪市水道局を事例として、社会基盤の事業継続のためのBIA及びRA、そしてそれに基づいたBCP策定について検討した。南海トラフ地震による被害想定の見直しを見据えて、実効性の高いBCPを策定するために、BIAによって組織の重要業務の要素、資源を特定し、RAにおいて適切なハザードの選定を行うことで、具体的に打つべき対策を明らかにした。BIAにおいては、大阪市水道局で最も重要な柴島浄水場の浄水機能が失われるという結果事象を想定し、RAにおいて内閣府の従前の想定を超えた南海トラフ地震による津波を想定することで、継続すべき重要業務に対して限られた資源をどう戦略的に配置するかという事業継続戦略の構築を実現した。以下にその概要を述べる。

#### ①対応すべき課題の同定

柴島浄水場の施設が浸水影響を受けるような津波を想定した場合に対応すべき課題の同定を行った。具体的な状況設定を明らかにするために行った津波シミュレーションの結果より、地震発生から2時間半で柴島浄水場に津波が到達すること、さらに原水水質悪化の影響が長時間に亘る可能性がある想定された。これを受け、原水水質悪化、施設浸水の2点の課題が、水の供給停止に対するリスクとして考えられた。電力確保の問題については、それぞれの課題の中で発生するため、電力不足という制約条件として考慮した。

#### ②原水水質悪化に対する対応計画

原水水質悪化に対する対応業務を洗い出し、従来の業務分析手法を用いて業務フロー図を作成し、仕事の抜け・漏れ・落ちの確認を行った。次に、地震発生から津波到達までの2時間半の間に行うべき業務について、対応必要時間と必要資源の算定を行った。またこれらの業務に必要な資源(人的資源)については、兼任できる業務がある一方、業務を行うために特定の能力をもつ職員が必

表3 津波被害に対する対応業務を記述した WBS

班	係	チーム	まとめり仕事	仕事の流れ		赤本参照
浄水管理班(柴島)	浄水管理係	運転管理チーム	津波発生に伴う取水の可否を判断する	確認	津波注意報・警報を確認する	
				調査	河川水位を調査する	
				調査	河川放流量を調査する	
				判断	赤本判定表に基づき、発災から30分以内に取水停止を判断する	8-31-4
			報告	庶務係に報告する		
			取水停止を行い、一津屋取水の最大運用を実施する	活動	取水停止の作業を実施する	青本8-8
				活動	一津屋取水場から柴島2系に系統切り替える(電動バルブ2基は遠隔操作)	
				活動	一津屋取水量を最大にする(約30分で遠隔にて柴島2系への切替作業を実施)	
				報告	庶務係に報告する	
			配水応援要請を行う	要請	他浄水場へ浄水処理増量の応援を依頼する	
		要請		応急復旧班に配水応援を依頼する		
		維持管理チーム他	浸水想定施設の浸水防護措置を実施する <sup>*1,2</sup>	確認	大阪湾内に大津波警報が発令されたことを確認する	
				活動	配水池の流出・流入弁を閉弁する(3, 4, 11号池, 5, 6号池)	
				活動	浸水想定施設(下系薬液注入ポンプ室, 第1取水ポンプ場)に土のうを設置する	
				活動	排水資機材を準備する(配水池の流出・入弁を閉弁作業と同時並行で, 余剰人員で準備)	
				報告	庶務係に作業完了の報告をする	
		運転管理チーム	津波到達状況を確認する	確認	淀川河川事務所(毛馬出張所)に大堰越流を確認する	様式13-111
				調査	河川水位変動をモニタリングする	
				要請	庶務係に職員避難の判断を求める	
		庶務係・ チーム	職員の避難を確認する	要請	班長に職員避難の判断を求める【庶務係】	
				指示	班長の指示に基づき職員に避難指示を出す【庶務係】	
		運転管理チーム	浸水施設の被害状況を確認する	調査	LCDにて故障発生状況を把握する	
				調査	(津波沈静後)現場にて状況を確認する	
				活動	(津波沈静後)浸水施設の停電を(確認)実施する	
				集約	被害状況をとりまとめる	
				活動	運転管理に関する対応計画を作成する	
		維持管理チーム	浸水施設の排水を実施する <sup>*2</sup>	報告	被害状況を庶務係連絡調整チームに報告する	
				確認	庶務係連絡調整チームに被害状況を確認する	
活動	排水計画を作成する					
活動	(津波沈静後)(排水用)資材の準備をする					
活動	浸水した水を排水する(浸水した水の浄水処理が不可能であると判断された場合)(沈砂池1, 2号, 第2取水ポンプ場)					
報告	庶務係に対処状況を報告する					
維持管理チーム・ 施設管理係 施設復旧チーム	浸水施設の洗浄を実施する <sup>*2</sup>	確認	庶務係連絡調整チームに浸水施設の排水が完了していることを確認する【維持管理チーム】			
		活動	洗浄計画を作成する(2配系の配水池を水源とする)【維持管理チーム】			
		活動	洗浄用水の水を確保する【維持管理チーム】			
		活動	浸水した施設の洗浄をする【維持管理チーム】			
		活動	浸水した施設及び設備を乾燥及び整備を実施する【維持管理チーム・施設復旧チーム・請負業者】			
		活動	沈砂池1, 2号の洗浄完了後, 2, 3系の通常運用再開作業を実施する【運転管理チーム】			
		報告	庶務係に対処状況を報告する【維持管理チーム・運転管理チーム】			

表3 続き

班 係	チーム	まとめり仕事	仕事の流れ		赤本参照
浄水管理班 (柴鳥)	施設復旧係 維持管理チーム・ 施設管理係	現場確認担当 施設・設備に関する被害状況の調査を実施する	調査	全ての施設について（浸水の排水作業完了後）被害状況の調査をする（上系・下系分かれて）	
			要請	庶務係に被害状況を報告し、復旧の応援要請をする	
	運転管理係	現場確認担当 運転管理に関する復旧計画を作成する	確認	施設・設備に関する復旧計画を確認する	
			活動	運転管理に関する復旧計画を立案・更新する	
			報告	庶務係に対応状況を報告する	
	連絡調整係	取水停止完了を報告する  浸水被害箇所・設備の被害状況を把握し、復旧の応援要請をする	報告	本部に取水停止の完了をしたことを報告する	
			確認	次の各段階の被害状況及び対応状況を、逐次各チームに確認をする ①津波が到達した段階 ②津波が沈静化した段階 ③被害状況を把握した段階 ④対応計画の立案を行った段階	
			集約	各チームにおける被害調査結果及び対応状況を集約する	
			報告	次の各段階の被害状況及び対応状況を、逐次班長に報告する ①津波が到達した段階 ②津波が沈静化した段階 ③被害状況を把握した段階 ④対応計画の立案を行った段階	
			要請	施設復旧班・土木復旧班に、復旧の応援要請をする	

※1 可能な範囲で実施

※2 直営作業を想定

要となるものが整理された。

③施設浸水に対する対応計画

同様に、施設浸水に対する対応業務を洗い出し、業務フロー図を作成した。ここでは、まず津波到達前に浸水影響を受けるとされる配水池を浄水処理プロセスから切り離し、貯留されている水の水質基準を保ち市内配水できる水を確保しなければならないことが明らかになった。また津波到達までに、浸水影響施設に対して浸水防止対策を行う業務が挙げられた。次に浸水影響施設を処理系統図とマッチングさせ、空間配置と微地形を考慮して対応業務の分析を行った。その結果、取水停止後で浄水処理可能量が最大となる処理系統が可視化された。また、浄水処理可能量を早期に復旧させるために、津波到達までに処理系統の切り替えを行うこと、下系薬液注入ポンプ室と第1取水ポンプ室に対し浸水防止対策を行うことが必要であることがわかり、これを踏まえた業務の流れを確認することができた。

次に、対応必要時間と必要資源の算定を行った。事前に浸水防止対策を行わなかった場合は、最大供給量に浄水処理量が達するまでに2～3ヶ月かかるが、事前対策を行うことで8～9日で最大供給量まで復旧することができることがわかった。その一方、事前対策を行ったとしても本格復旧には少なくとも半年以上の時間を要し、安定的な水供給ができないことも明らかになった。また、浸水防止対策に必要な資源は現有の資源量では不足することがわかり、事前に準備しておく必要があるとされた。

以上のように、原水水質悪化と施設浸水に対する対応業務の分析をそれぞれ行ったが、津波が到達するまでの間は、津波による影響を可能な限り抑えるためこれら両方の対応業務は並行して実施するものとする。具体的には、河川情報をもとに取水停止判断と実施を行い、一津屋取水場の取水量を最大化すると共に柴鳥2系へ系統切替を行う。また浸水に備え、配水場の縁切り、下系薬液

注入ポンプ室および第一取水ポンプ場に防水対策を行う。さらに復旧に備えて、他の浄水場へ配水応援依頼、排水ポンプの準備を行う。これに対し、津波到達後は施設復旧作業を優先的に行い、施設復旧によって水量の確保、水質チェックにより水質の確保が確認できてから、取水再開、本格復旧に至る。

なお、被害想定として、津波の遡上高によって1) 原水水質悪化のみ起きる、2) 原水水質悪化・施設浸水が同時に起きるの2通りが考えられる。施設浸水被害がある場合は必ず原水水質悪化は生じているが、復旧に要する時間の違いから優先的に施設復旧作業を行う必要がある。そのため、被害の規模によって1) 原水水質悪化の対応業務のみ行えば良い場合、2) 施設浸水の対応業務を優先的に行わなければならない場合、と対応の場合分けをすることができ、津波到達までの限られた時間に必要な資源を必要な業務に配分するという意味で事業継続戦略を構築することができたと言える。幸いなことに、2012年8月に内閣府が発表した南海トラフ地震による被害想定では、浄水場の浸水という最悪の事態は免れることが明らかになったが、その場合でも津波の遡上による水質悪化は免れないと想定された。この結果を受け、大阪市水道局では本研究での分析結果を踏まえ原水水質悪化を考慮した事業継続戦略の構築が進められることとなった。

#### 4.2 戦略的な重点的施設整備の重要性

地震発生から津波到達までには2時間半という時間的制約があり、その中でできる対応業務は限られている。そして一度施設浸水の影響を受けると、本格復旧までに少なくとも半年以上の時間を要することが分析結果より明らかになった。これを受け、浸水想定施設に対しては事前に施設整備によるハード面での対策を講じることが重要であると言えることができる。具体的には、防潮扉の設置や止水扉の設置、換気口のかさ上げなどの対策を行うことである。本稿で報告した検討結果より、浸水想定施設の中でもどの施設を優先的に強化すべきか、ということが明らかになった（下

系薬液注入ポンプ室、第1取水ポンプ室）。全ての施設に対して事前にハード面での対策を講じることは難しいが、どの施設を重点的に整備すべきか、ということを経営的に決定していく際に、対策の優先順位を決定する根拠として本稿での検討過程は有効である。BIAで特定された重要業務、資源に対して、RAで従来の想定を超える被害を発生させるハザードをシミュレーションによって設定するという手法を用いて、ハザードの選定を適切に行い、津波到達までの時間的制約を考慮したことにより有効なBCP策定に至った。他の水道事業体においても、施設の規模、地理的条件、人員体制などの違いは踏まえた上で、同様な手法を用いてハード面での対策の優先順位を決定することができると考えられる。

今後、従前の想定を超える規模の津波災害に備えるためには、対応業務の精査を継続的に行い、その能力の向上を図ることは必要である。しかし、それだけでは明らかに不十分であり、残された時間の中でハード面の整備との組み合わせを戦略的に行っていく必要があることが指摘できる。

#### 謝辞

本研究は、大阪市水道局と京都大学との共同研究である「事業継続マネジメントに係る研究（その2）」で得られた成果の一部である。本研究に関わるワークショップにご参加・ご協力いただいた大阪市水道局の職員の方々には深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 内閣府 防災担当：事業継続ガイドライン第二版－わが国企業の減災と災害対応の向上のために－，4p.，<http://www.bousai.go.jp/MinkanToShijyou/guideline02.pdf>，2013年1月27日
- 2) 内閣府 防災担当：事業継続ガイドライン第二版－わが国企業の減災と災害対応の向上のために－，1p.，<http://www.bousai.go.jp/MinkanToShijyou/guideline02.pdf>，2013年6月25日
- 3) 内閣府 中央防災会議：防災基本計画，24p.，[http://www.bousai.go.jp/keikaku/20111227\\_basic\\_pl](http://www.bousai.go.jp/keikaku/20111227_basic_pl)

- an.pdf, 2013年1月27日
- 4) 内閣府 防災担当：地震発災時における地方公共団体の業務継続の手引きとその解説 第1版【手引き】. 1p., [http://www.bousai.go.jp/jishin/gyomukeyzoku\\_chihou/pdf/h22\\_kaisetu.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/gyomukeyzoku_chihou/pdf/h22_kaisetu.pdf), 2012年1月27日
  - 5) Department of Homeland Security: The National Strategy for the Physical Protection of Critical Infrastructures and Key Assets, pp.39, 2003.
  - 6) 豊田安由美, 庄司 学：ライフライン事業者が想定する地震時応急復旧活動のシナリオとその相互依存関係－首都直下地震を想定した場合の事例分析－, 地域安全学会論文集, No.10, pp.55-65, 2008.
  - 7) 築山 勲, 佐藤忠信, 古田 均, 森まゆこ：広域被害における水道管復旧戦略支援システムの開発, 自然災害科学, Vol.26, No.4, pp.367-377, 2008.
  - 8) 社団法人 日本水道協会 震災対応等特別調査委員会：地震等緊急時対応の手引き, [http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/kinkyutaiou\\_tebiki/tebiki\\_all.pdf](http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/kinkyutaiou_tebiki/tebiki_all.pdf), 2012年12月24日
  - 9) 田村圭子, 井ノ口宗成, 鈴木進吾, 岡本 晃, 尾崎智彦, 木村玲欧, 林 春男：参画型による災害対応マニュアルの実現性検証に効果的な「Business Impact Map」の提案－NEXCO 西日本和歌山事務所の事業継続計画を事例として－, 地域安全学会論文集, No.18, pp.289-299, 2012
  - 10) 田口尋子, 林 春男：災害対応業務の標準化に向けた IDEF0手法による評価方法の開発－神戸市・防災対応マニュアルを例に－, 地域安全学会論文集, No.4, pp.267-274, 2002.
  - 11) 竹内一浩, 林 春男, 浦川 豪, 井ノ口宗成, 佐藤翔輔：効果的な危機対応を可能とするための『危機対応業務の「見える化」手法』の開発－滋賀県を対象とした適用可能性の検討－, 地域安全学会論文集, No.9, pp.111-120, 2007.
  - 12) 山田雄太, 林 春男, 浦川 豪, 竹内一浩：平常業務をもとにした災害対応業務マニュアルの作成手法の確立に向けて－奈良県橿原市を対象とした適用可能性の検証－, 地域安全学会論文集, No.10, pp. 67-76, 2008
  - 13) 気象庁：津波について, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/faq/faq26.html>, 2013年6月22日

(投稿受理：平成25年3月8日  
訂正稿受理：平成25年8月30日)