

シン雨水研究会

より良い雨水対策のための

提 言

(概要版)

本冊子は、シン雨水研究会で作成しました「より良い雨水対策のための提言」の一部をまとめた概要版です。

今後の雨水対策に必要となる検討結果や提案などを詳細に記載しました「より良い雨水対策のための提言」は、会員ページに掲載されていますので、会員の皆さまは、ご参照ください。

令和 元 年 8 月

水のいのちとものづくり

中部フォーラム

1 シン雨水研究会

1-1 研究会の主旨

近年、地球温暖化の影響と思われる猛烈な豪雨が発生し、全国各地で深刻な浸水被害を被っている。また、経済のグローバル化や IoT・大量情報処理化などに伴い、従来にも増して大都市への都市機能の集中化・高度化が進む中で、社会・環境の変化に伴って危機管理上の課題が増えている。一方、インフラの老朽化や厳しい財政状況およびの退職に伴う熟練職員不足等、インフラの施設管理上の課題も深刻になっている。下水道施設の維持管理や集中的な豪雨の頻発等による災害への対応が大きな課題となっている。

この対応として、国土強靱化基本法や水防法、下水道法などに基づいて国・地方・民間が一体となった取り組みが求められ、これからの雨水対策に対しては

- ① 高まる降雨の尖鋭化、偏在化に対応した施設整備
- ② 排水区を超えた運用など雨水対策施設の既存ストックの機能の最大化や有効活用
- ③ 処理場・管渠と同様なポンプ場の老朽化対策
- ④ 下水道の計画規模を大きく上回る豪雨時の減災に向けた対応
- ⑤ 効率的な施設の維持管理

などの課題を検討していく必要がある。

こうした今後の雨水対策の目指すべき姿を幅広く検討する場として、水のいのちとものづくり中部フォーラムの幹事会に置かれている「プロジェクト立案チーム」の「ビジネスパッケージ検討ワークショップ」の中に本研究会を設け、会議を原則として会員に公開し、会員企業の技術 PR の機会を広く募り、従来の枠に縛られない自由な発想により、新しい雨水対策の姿を研究することとした。

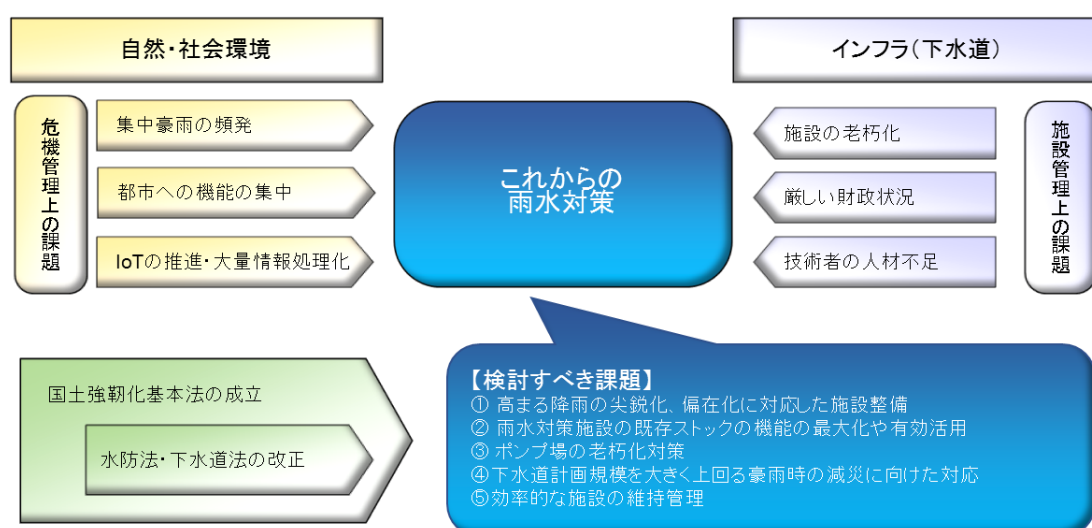


図 1-1-1 本研究会の背景と検討課題

2 豪雨の分析結果

2-1 近年の降雨状況

2-1-1 全国の状況

我が国の降雨の短時間強雨や豪雨の発生回数は過去と比較して増加していることが確認されており、約 30 年間で 1.5 倍増加している。また、IPCC 第 5 次報告書では、全国で見ると大雨の頻度、強度、降水量の変化は一様ではないが、今後増加する地域の方が多い可能性が示されている。気温の上昇に伴い、大気中の水蒸気量が増加することで大雨の発生回数が増加すると言われているが、将来気候（2076～2095 年を対象）における時間雨量 50mm 以上となる短時間強雨の発生回数は、現在気候（1980～1999 年を対象）の発生回数と比較して全国平均で 2 倍以上増加することが予測されている。

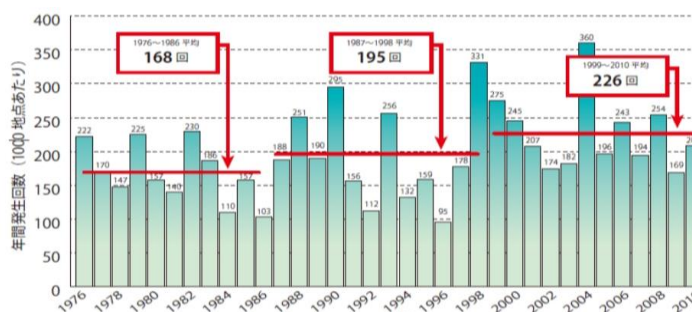


図 2-1-1 1 時間降水量 50mm 以上の年間発生回数

出典) 内閣府 HP 防災情報のページ

2-1-2 東海・名古屋の状況

東海地方（愛知県・岐阜県・三重県・静岡県）では、ここ数年の東海地方の 100 地点を単位とした 1 時間降雨量 50mm 以上の降雨は約 40 回となり（1 地点あたり 1 年に 0.4 回）、前述の全国の最近の発生回数（約 25 回/100 地点）と比較して多くなっている。

また、名古屋付近で浸水被害が発生した際には、以下のように積乱雲の発生しやすい気象配置となっていた。

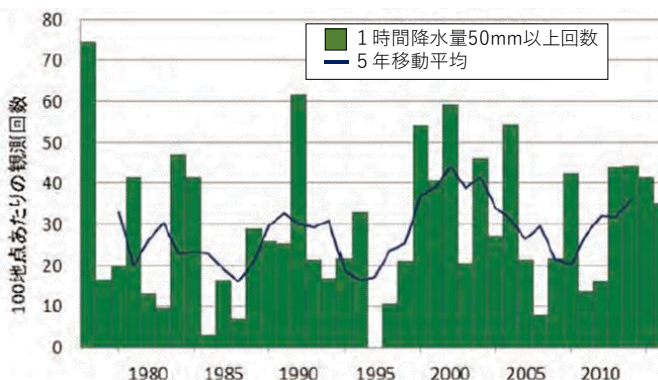


図 2-1-2 東海地方のアメダス地点で 1 時間降水量 50mm 以上となった年間回数
(100 地点あたりに換算)

<名古屋市の豪雨発生時期の気象配置の特徴>

- 台風＋停滞前線：台風からの暖かく湿った空気が南側から流れ込み、前線を刺激し、強い雨を降らせる。
- 低気圧＋停滞前線：前線へ暖かく湿った空気が流れ込むのを低気圧が助長し、強い雨を降らせる。
- 停滞前線：暖かく湿った空気が停滞前線へ流れ込み、前線を刺激し、強い雨を降らせる。

2-2 対象降雨

平成 12 年に発生した東海豪雨と過去 10 年間（2007 年 ～ 2016 年）の「水害統計調査」（国土交通省）に記載されている名古屋市内で浸水被害が発生した豪雨は 11 降雨である。

本研究会で検討対象とする豪雨は、これらの豪雨のうち、水害区域面積、被災家屋棟数、一般資産被害額が大きい以下の 4 降雨を後述のシミュレーションの検討対象降雨とした。

表 2-1-1 過去 10 年間に発生した豪雨

異常気象名	水害発生年月日
東海豪雨（R1）	2000/9/11 ～ 12
8 月末豪雨（R2）	2008/8/26 ～ 9/2
梅雨前線豪雨	2009/6/12 ～ 19
梅雨前線豪雨	2009/7/17 ～ 30
台風18号	2009/10/5 ～ 9
台風15号及び豪雨	2011/9/15 ～ 23
豪雨	2012/8/11 ～ 15
台風17号	2012/9/27 ～ 10/1
H25集中豪雨（R3）	2013/8/29 ～ 9/5
台風12号・11号及び豪雨	2014/7/29 ～ 8/12
H28集中豪雨（R4）	2016/7/26 ～ 8/4
台風16号及び豪雨	2016/9/17 ～ 21

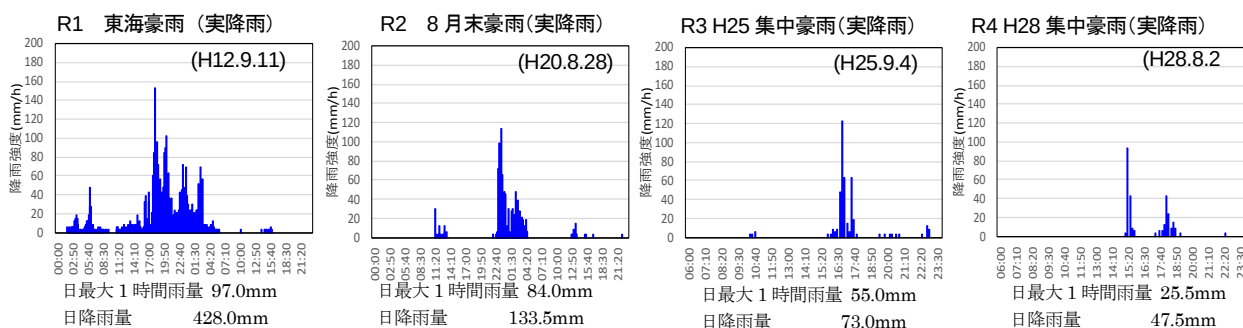


図 2-2-1 R1～R4 のハイトグラフ（名古屋気象台の 10 分雨量を基に作成）

2-3 分析結果

前記の 4 つの降雨に関して雨量観測箇所（土木事務所、気象台）よりティーセン分割し、各降雨について同時刻において降雨強度が 60mm/h 超となる観測範囲の面積（ティーセン法で分割したブロックの面積）を合算し、名古屋市域（32,645ha）に占める雨域の割合を整理した。R1、R2、R3 については 60mm/h 超となる面積が市全域の 5 割以上を占めている。



図 2-3-1 ティーセン分割によるエリア設定

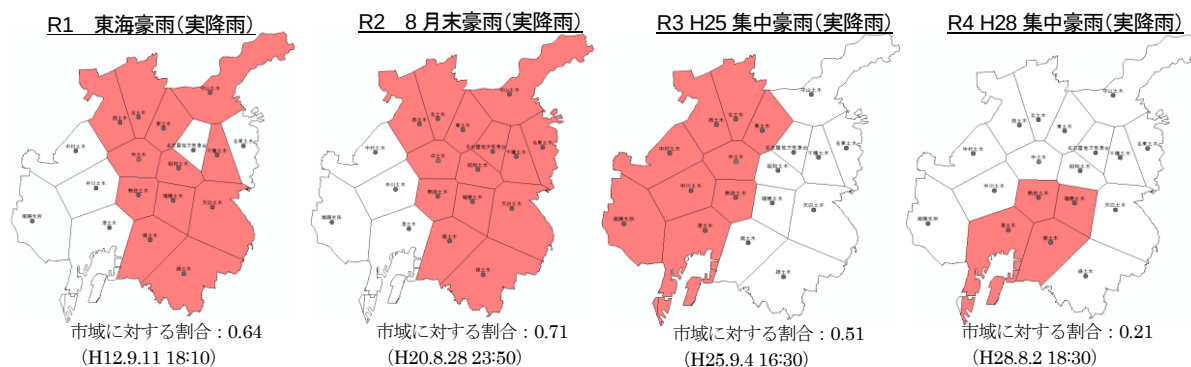


図 2-3-2 60mm/hr 超の面積割合が最大となる時刻の分布

60mm/h 超となるブロック

3 シミュレーション

3-1 対象区域と代表降雨

3-1-1 対象区域

本研究会では、以下の4つの課題を検討するために名古屋市内における最適な地区を選定してケーススタディを実施することとした。

① 都心部における豪雨の対応：名古屋駅周辺部

- ・ 検討目的：豪雨時の放流先運河や整備中の大規模施設活用に対する効果の評価
- ・ 地区の特徴：地下街を含む都市施設が集積し、浸水被害による影響が大きい。

② 貯留・増強施設連結による偏在降雨への対応：山崎川・天白川右岸流域

- ・ 検討目的：偏在降雨に対して、排水区を連結する貯留施設・ポンプ所の対応およびポンプ所の改築更新の有用性を検討
- ・ 地区の特徴：河川周辺の傾斜地に複数のポンプ排水区が隣接している。

③ 地表面溢水の効果的な対応：港北排水区

- ・ 検討目的：地表面の溢水を取り込む二段集水柵の効果の評価
- ・ 地区の特徴：都市河川荒子川流域の低平地で、道路冠水等地表面の溢水が頻発している。

④ 既存ポンプ所・貯留施設の最適運用：当知排水区

- ・ 検討目的：貯留施設の流入制御とポンプ排水の最適運用方法を検討
- ・ 地区の特徴：河川に放流するポンプ排水と貯留を併用している。

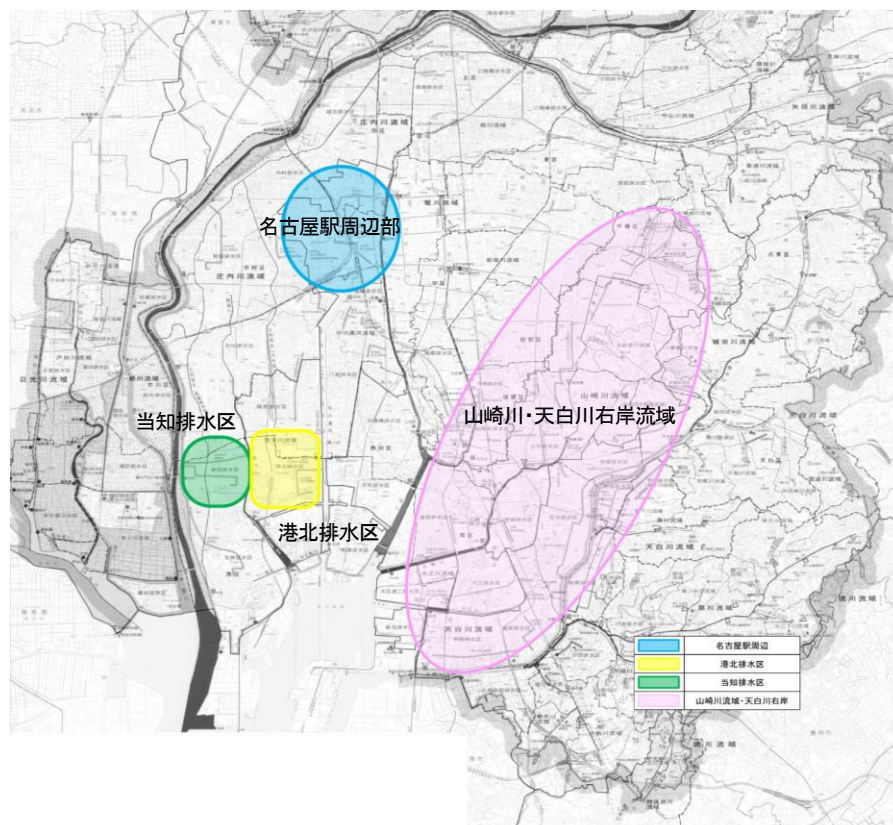


図 3-1-1 シミュレーション検討対象区域

3-1-2 検討対象降雨と施設整備イメージ

今後の雨水対策においては、過去に発生した豪雨とともに、将来発生する可能性のある豪雨に関しても検討する必要がある。このため、ケーススタディにおいては、以下のイメージを持って、ハード対策とソフト対策を合わせた対応を検討することとした。

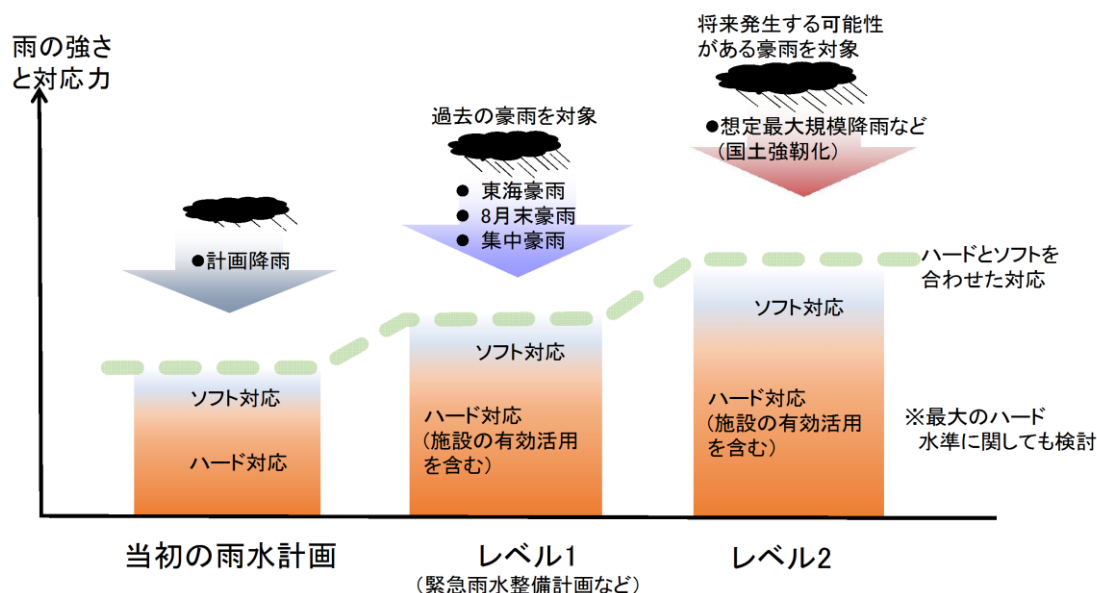


図 3-1-2 検討対象降雨と施設整備に対するイメージ

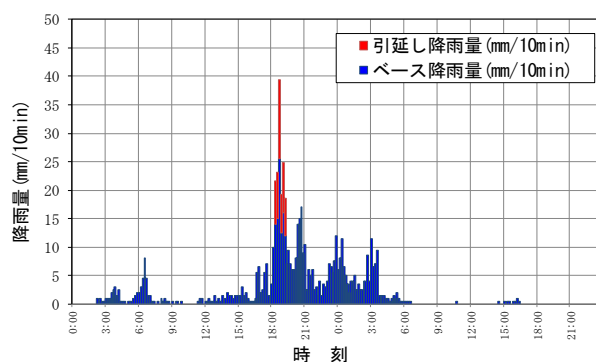
3-1-3 検討対象降雨

ケーススタディにおいて対象とする降雨は、水害区域面積、被災家屋棟数、被害数、一般試算等被害額が大きい過去の4降雨に加えて、国で定める手法に準じて設定した想定最大規模降雨を合わせて5降雨を検討対象降雨とした。

- R1：東海豪雨(実降雨) H12.9.11 発生
- R2：8月末豪雨(実降雨) H20.8.28 発生
- R3：H25 集中豪雨(実降雨) H25.9.4 発生
- R4：H28 集中豪雨(実降雨) H28.8.2 発生
- Rmax：想定最大規模降雨

なお、想定最大規模降雨 Rmax は、「浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大規模外力の設定手法」（国土交通省）に示される作成方法に従い、東海豪雨（H12.9.11）の降雨波形の最大10分間雨量の発生前後30分の1時間分の雨量を147mmになるよう引伸ばすことにより作成した。

また、各降雨の偏在性に配慮するため、各ケーススタディ地区周辺の雨量観測箇所（土木事務所・气象台）で観測された実績降雨波形をティーセン分割して与えるものとした。



【想定最大規模降雨の作成条件】

- ベース降雨：R1 東海豪雨（H12.9.11）
- 観測地点：名古屋地方气象台
- 最大降雨量：「地域ごとの最大降雨量(⑦中部)」の面積1km²（100ha）の値（1時147mm）

図 3-1-3 東海豪雨をベースとした
想定最大規模降雨

3-2 ケーススタディ

3-2-1 都心部における豪雨の対応

(1) 検討目的

検討対象区域は中川運河上流地域約663ha(名古屋駅を中心とする自然流下排水区(一部ポンプ排水であり、放流先は中川運河)とし、名古屋駅周辺の重要地点(地下街等)が豪雨時に深刻な浸水被害を受けるかについて、流出解析により評価する。

また、豪雨(本検討の対象は既往降雨や想定最大規模降雨とする)による浸水被害の軽減の手段を検討することを目的とする。

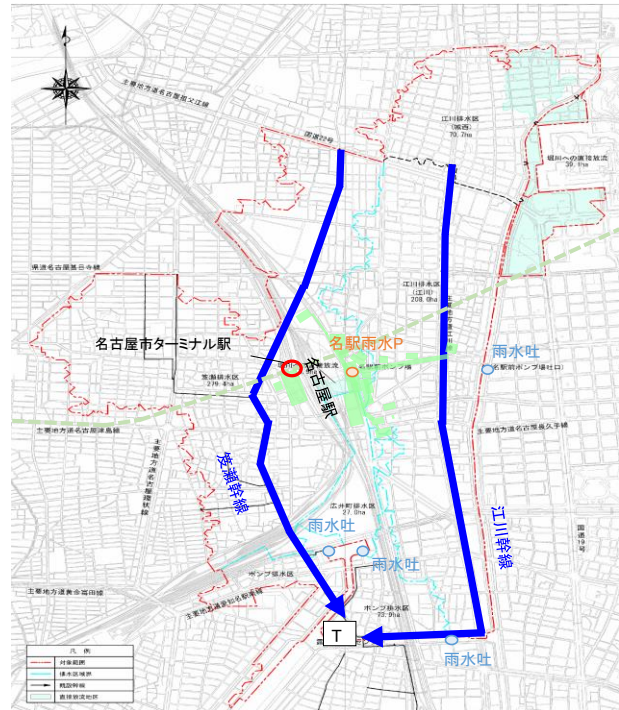


図 3-2-1 検討対象区域

(2) 検討内容

検討対象区域は「緊急雨水整備基本計画」(以下、「緊プラ」と呼称)に基づき、調整池等による浸水対策を実施している。

本検討では、既往最大降雨や想定最大規模降雨といった超過降雨発生時の浸水被害の軽減のための対応策として①中川運河の水位調整、②ハード施設の増強を想定し、その効果を検証した。

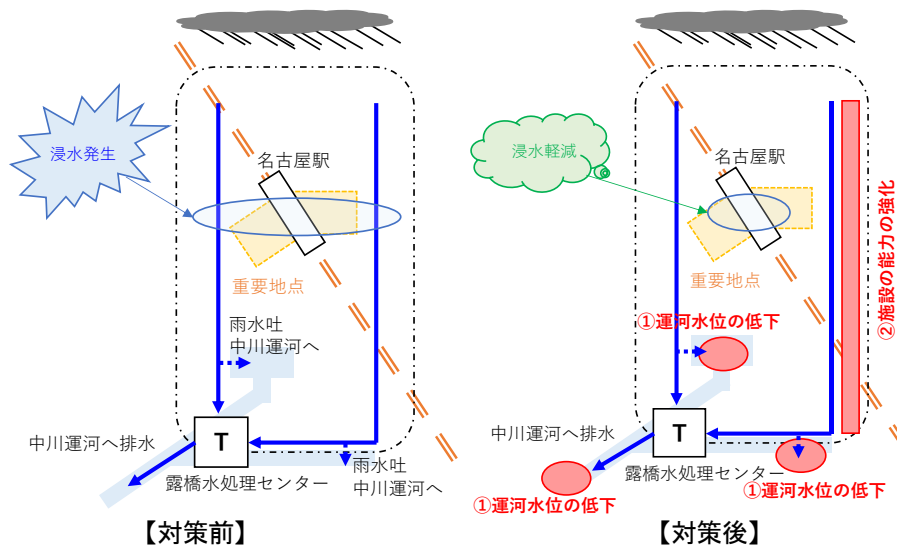


図 3-2-2 検討概要

(3) 検討結果

シミュレーションの結果、東海豪雨のような従来の豪雨に関しては、中川運河の水位を制御し、平常時水位を維持することで、浸水の軽減が可能であることが判明した。

その一方で、想定最大規模降雨時には、中川運河の利用に加えて、調整池能力を大幅に増強したハード対策を検討したが、基幹施設のみによる対応は効果が低く、枝線部における浸水被害の解消は困難であった。

このため、想定最大規模降雨を対象とする場合には、枝線の能力増強を含めた「きめ細やかで、長期的な」浸水対策が必要であり、当面の間はソフト対策による被害の軽減を検討することが重要である。

これらの結果から、今後は以下のような事柄を検討する必要がある。

【必要な検討事項】

- 想定最大規模相当の降雨に対しては、内水位の観測や危険状況の早期周知などのソフト対策を進める必要がある。
- 下水道のハード対策だけでは限界があることが明らかになったので、河川や都市計画の部署、ビルや地下街などの管理者などと連携し、街づくりの視点から大雨への対策を進めていく必要がある。
- 下水道の枝線部の能力が低いため、将来的な改築事業等を活用して枝線部の増強を図ることが重要である。
- 中川運河の水位調整により既往最大降雨相当の降雨においても浸水の軽減を図ることが期待されるので、既存の運河や河川など排水先も含めた流出解析を行い、必要な施設整備と浸水削減効果を検討することが望まれる。

3-2-2 貯留・増強施設連結による偏在降雨への対応

(1) 検討目的

偏在する降雨に対して、近接した雨水貯留施設を連結することにより、貯留量の能力増強を図り浸水安全度の向上を検討する。また、効率的なポンプ所の改築更新について、施設のネットワーク化の有用性について検討する。

検討対象区域は、隣接する排水区に多数の貯留施設・ポンプ所を有する山崎川・天白川右岸流域の約3,544haを選定した。

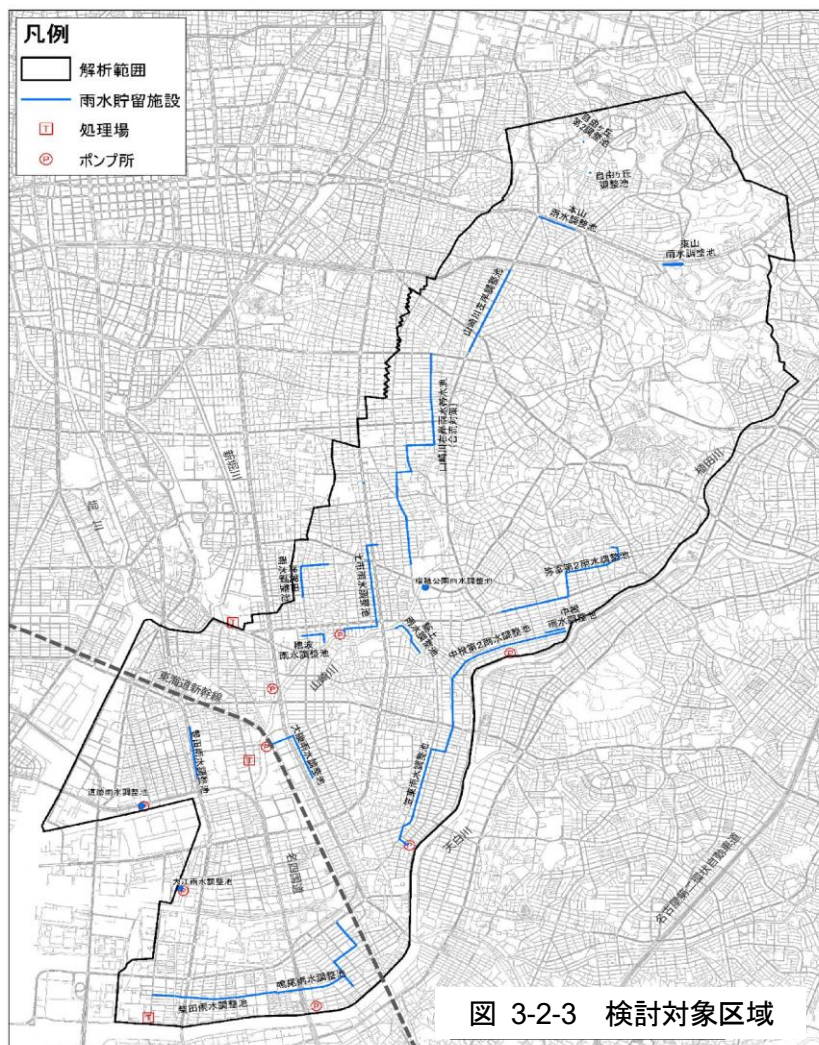


図 3-2-3 検討対象区域

(2) 検討内容

- (ア) 偏在降雨の場合の浸水状況の把握：偏在降雨に対して、検討対象区域の浸水状況を把握し、その要因を検討する。
- (イ) 既設貯留施設の連結に対する有効性：既設の雨水貯留施設を連結することにより、浸水軽減効果を評価する。
- (ウ) 施設更新時の有用性：ポンプ所の効率的な更新について、雨水貯留施設を連結することによる有用性を評価する。

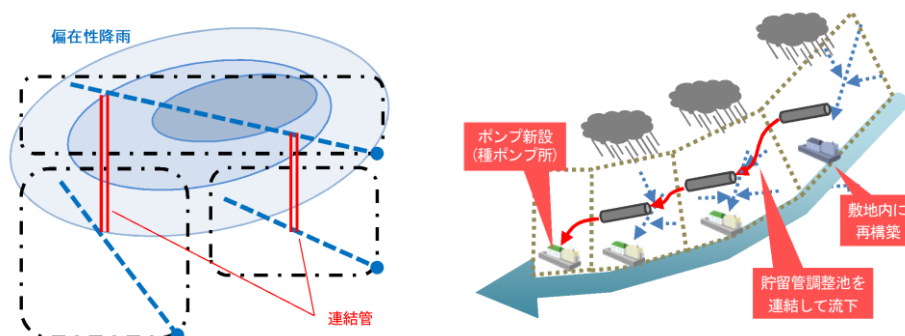


図 3-2-4 検討概要

(3) 検討結果

当該流域において、複数の排水区の下水道施設（調整池）を接続した場合の有用性を検討したが、東海豪雨のように強い雨域が広く存在し偏在性が認められない豪雨に対しては、治水安全度が低下することが明らかとなった。

また、複数のポンプ所を既存の貯留管を利用して連結し、改築への利用を検討した結果、計画降雨に対しては有用であるものの、計画降雨を上回るような豪雨に対しては浸水安全度が低下することが明らかになった。

さらに、連結により複数排水区のネットワーク化を構築することにより、ポンプ所の運転を休止して再構築する可能性を示すことができたが、東海豪雨に対して一部地域で浸水の悪化が確認された。

これらの結果から、今後は以下のような事柄を検討する必要がある。

【必要な検討事項】

- 東海豪雨のような強い雨域が広範囲に及ぶ豪雨に対しては、隣接した排水区の既設貯留施設の連結を検討する場合、ポンプ所の増強を含めて連結した排水区全体の浸水安全度の向上に関する検討が必要である。
- また、既設貯留施設の連結により下流域に浸水発生の危険性を高めるため、緊急遮断等の制御装置の導入を検討する必要がある。
- 当該流域は、丘陵地からの落水による浸水が発生していることから、集水桝・集水管の整備を検討する必要がある。

3-2-3 地表面溢水の効果的な対応

(1) 検討目的

豪雨時において、地表面からの溢水がどのように拡がり、時間的にどの程度続くのか、そしてこれらの浸水に対して集水施設を強化することで浸水面積や浸水時間がどの程度軽減できるかを把握することは、重要な事項である。

そこで、本項では、道路冠水などの地表面溢水が頻発する平坦な地区である港北排水区（都市河川の荒子川流域）をモデル地区として、効果的な地表面溢水対策について検討を行う。

具体的には、地表面溢水を取り込む**集水施設※**を設置することにより、浸水区域、浸水深、浸水時間がどの程度軽減されるか検証するものである。

※集水施設とは、通常の本管、人孔、公共樹の他に地表面溢水の集水を目的とした、雨水集水管、取付管、二段集水樹を示す。（二段集水樹のイメージは、次ページの平面図及び断面図参照）

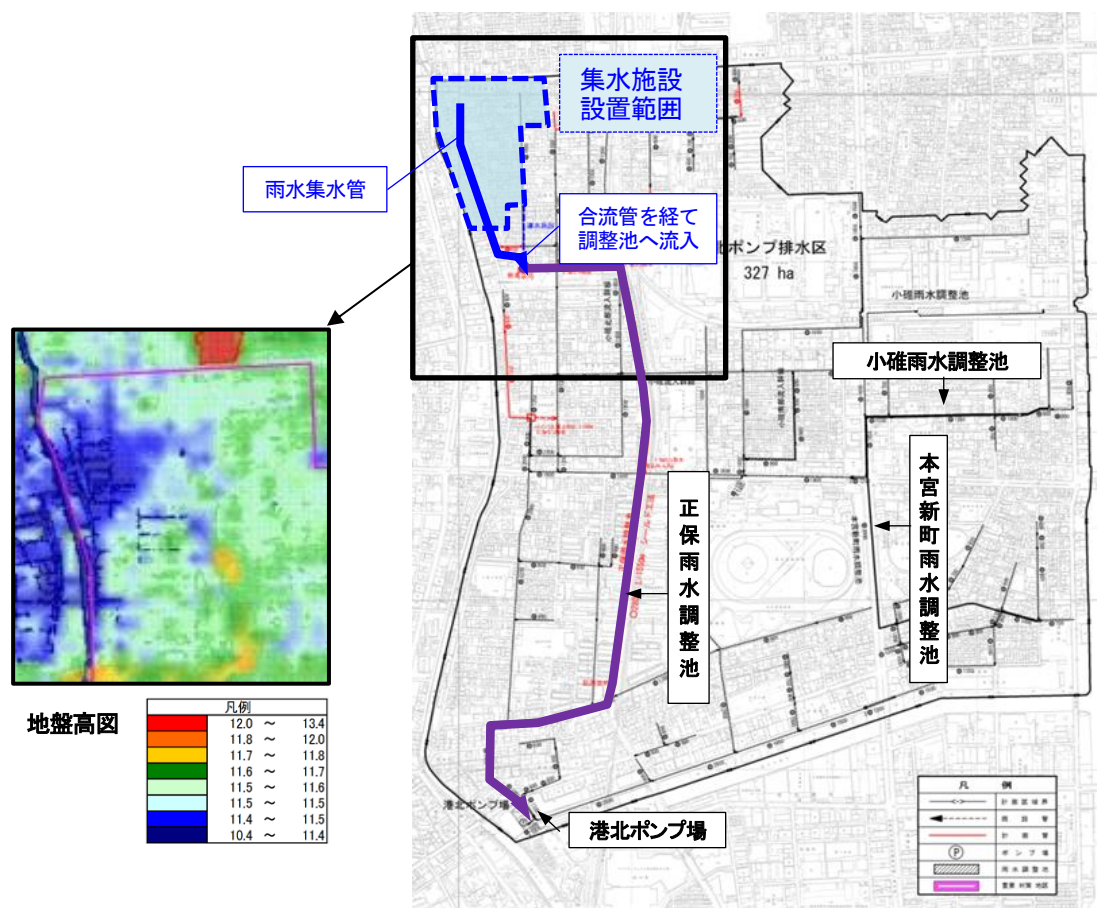


図 3-2-5 検討対象区域

(2) 検討内容

対策前のモデル化（従来手法）は、本管の能力を検証するため、本管及び人孔をモデル化し、人孔に集水面積を持たせている。今回検討では、これらのモデル化に集水施設（雨水集水管、取付管、二段集水樹）を加え、人孔と二段集水樹に集水面積を持たせた。（二段集水樹のうち、地表面溢水を集水する管には集水面積を持たせない）

表 3-2-1 流出解析のモデル化

項目	対策前	対策後
施 設	ポンプ場、本管、人孔、雨水調整池	ポンプ場、本管、人孔、雨水調整池 + 雨水集水管、取付管、二段集水樹
集水面積	人孔単位 （枳分の面積を含む）	人孔単位 + 二段集水樹単位

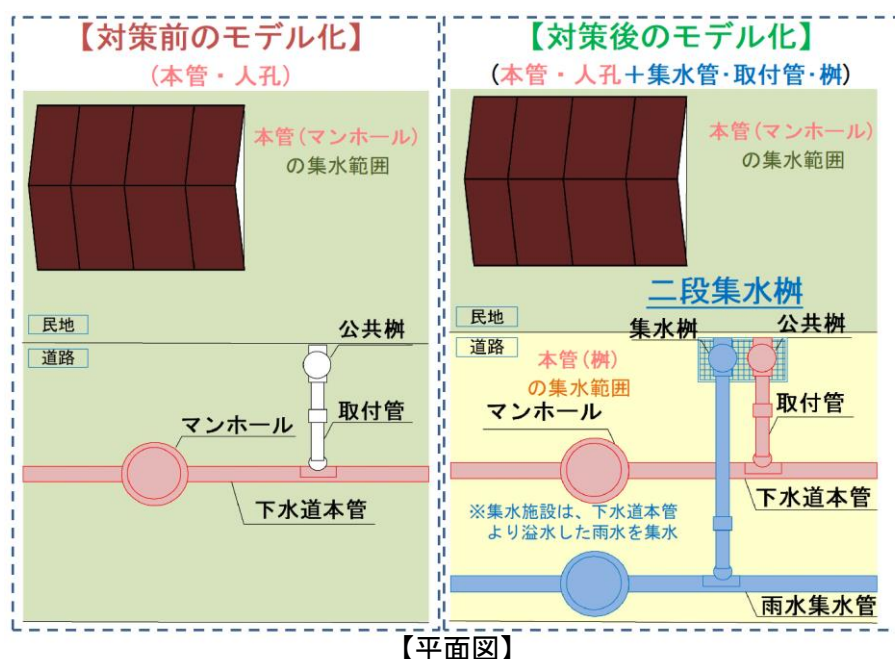
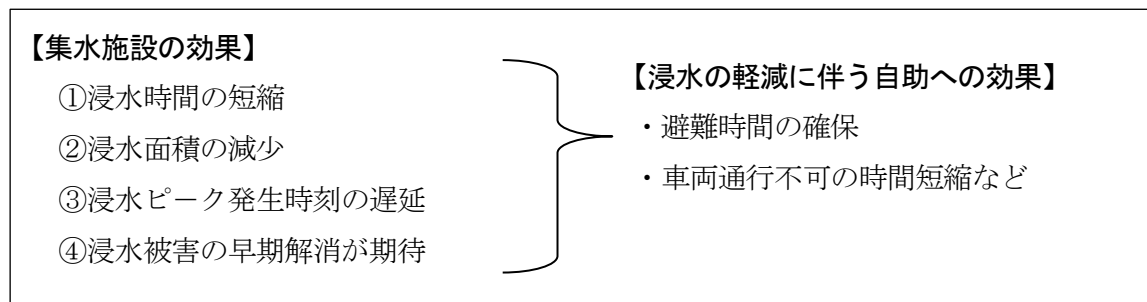


図 3-2-6 二段集水樹概要図

また、効果を評価する項目は、(i)浸水面積（時系列）、(ii)浸水深（時系列）、(iii)浸水時間とした。

(3) 検討結果

名古屋市南部の港北排水区において、集水施設を増強し、集水方法を工夫することにより、浸水を軽減する効果があることが確認できた。



これらの結果から、今後は以下のような事柄を検討する必要がある。

【必要な検討事項】

- ・ 集水施設を工夫することで、浸水までの時間の遅延、又は、浸水解消までの時間の短縮を図ることができた。特に地表面からの下水管への流入は効果的であるので、二段集水枥などの設置は効果的である。このため、集水枥等の低コスト化を図り普及に努めるとともに維持管理性の向上を図る必要がある。
- ・ 浸水対策においては、地域特性に応じたきめ細やかな計画の立案が重要となるため、今回提示した低平地を対象とした地表面溢水の集水施設などを、氾濫シミュレーションを用いて定量的に評価する必要がある。
- ・ 費用対効果の高い最適な集水施設配置計画を立案するにあたっては、検討マニュアルの作成が有効である。

3-2-4 既存ポンプ所・貯留施設の最適運用

(1) 検討目的

貯留施設とポンプ所が設置されている当知排水区約 231ha をモデル地区とし、管きょ内水位を計測して流入量を制御する RTC（流入量のコントロール）により、貯留管への流入及びポンプ排水をコントロールすることで、貯留管の容量を最大限に活用できるか否かを検証した。

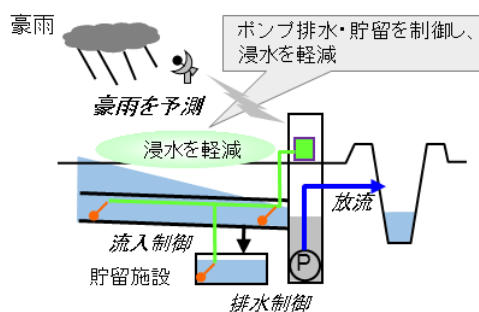


図 3-2-7 検討目的概念図

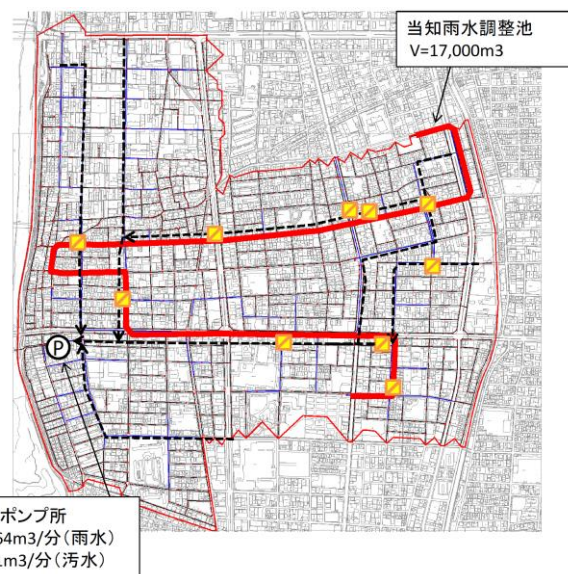


図 3-2-8 検討対象区域

(2) 検討内容

(ア) 検討①：流入堰の RTC 制御

既存の流入堰は、計画降雨が発生した場合に流入量が最適となるよう調整された固定堰であり、計画降雨を上回る超過洪水が発生した場合にはピーク前から貯留管へ流入し、ピーク時に貯留機能を十分に発揮できない状況であった。

このため、浸水実績のある区域を中心に主要な路線に水位センサーを設置し、浸水直前にセンサー下流の流入堰より貯留施設へ流入させる RTC 制御をモデル化し、その効果を確認した。

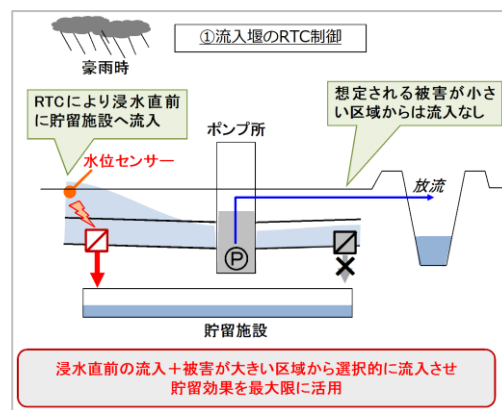


図 3-2-9 検討①概要

(イ) 検討②：排水機能の付加（既設管へポンプアップ）

既存調整池は、大きな排水能力を持つポンプ所と調整池が接続されておらず、二山降雨など長時間降雨により貯留容量が満杯になった場合は、それ以降の降雨に対して貯留効果を発揮できなくなる。

このため、大口径のポンプが休止する小降雨時に貯留施設から既設管きょへポンプアップする機能をモデル化し、その効果を確認した。

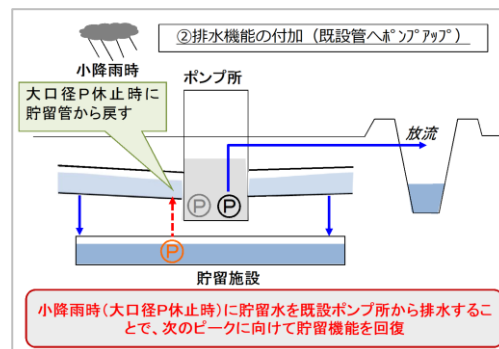


図 3-2-10 検討②概要

(ウ) 検討③：排水機能の付加（放流先河川の改修後）

雨水調整池は、管きよの能力不足や放流先河川に全量排水できない場合に整備されることが多いが、調整池整備後に放流先河川の改修が進み、排水可能量が増加する仮想的な場合を想定した。

この場合、河川管理者との調整が必要となるが、既存調整池自体にポンプ施設を整備し、放流先河川に直接排水することも可能であり、その効果を確認した。

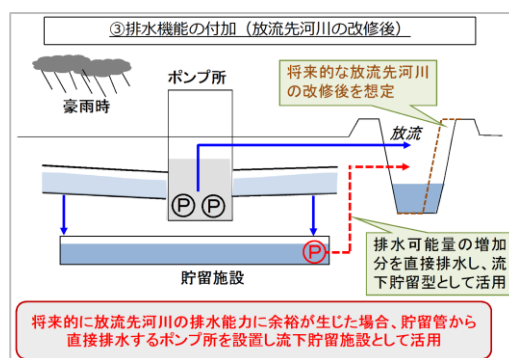


図 3-2-11 検討③概要

(3) 検討結果

当知排水区において、管きよ内の水位をリアルタイムで測定し、流入堰のRTC化（流入量のコントロール）や貯留施設から既設管へ排水する機能を追加することで、浸水の軽減に効果があることが確認された。

また、ポンプを設置できる場所は敷地と放流先河川の制約によって限定されるが、貯留施設に排水機能を追加することで浸水の軽減に大きく寄与することが明らかになった。

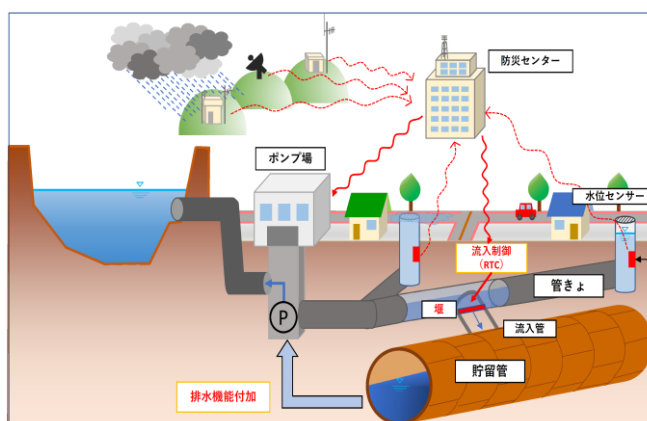


図 3-2-12 水位監視による施設運用の効率化

これらの結果から、今後は以下のような事柄を検討する必要がある。

【必要な検討事項】

- ・ リアルタイムで下水道をコントロールすることは効果的であり、水位観測の推進と観測データの積極的な活用（RTC、情報提供等）を図る。この検討が有用な地区は次のとおり。
 - 貯留施設への流入堰が固定堰であり、整備後の実降雨において想定した貯留効果が得られていない地区
 - 貯留施設が満水になるような超過降雨や長時間降雨により浸水が発生し、被害軽減が必要な地区
- ・ 次に示す地区のように放流先河川への放流可能量に余裕がある場合は、既存貯留施設への排水機能の付加は効果的であり、排水先との調整を含めて検討する。
 - 貯留施設整備後に長期間が経過し、河川整備の進捗により計画時に比べて排水可能量が増加した地区

4 まとめ

今回の研究会では雨水対策における今後のコンサルタントの役割についても整理してみたいという狙いもあった。そこで研究会を通して分かったことなどを以下にまとめる。

- ① 今後の雨水対策の検討には、シミュレーションなど広範で大量の情報処理が必要であるが、そうした作業はコンサルタントの得意領域である。
- ② 雨水対策の検討に際して、問題点を整理し基本的な課題をまとめ、基本方針を定めるのは主として行政側の作業であったが、流域条件の把握などシミュレーションの境界条件、シミュレーション作業による浸水の特性など、従来行政に集積されていた情報・知見についてコンサルタントでも集積可能となった。
- ③ 今回の研究では現在検討が進められている河川の想定しうる最大降雨による洪水条件については検討の対象としていないが、今後の雨水対策では外水氾濫を含めた、防災、河川、下水道、都市計画などの部門の共同による総合的な検討が必要である。しかしそれぞれの計画目標を超える条件について関連部門と連携して検討するということは高度な共同作業である。そのためコンサルタントにも分野を跨いだ総合的な検討が可能な陣容の確立が求められる。
- ④ 降雨予測システム、遠方監視・管理システム、AI活用による故障予測システムなどの活用により、ポンプ場、貯留施設、管渠、集水施設などの運転、監視、維持・修繕などについて包括的な管理の委託化が進展していくことが予想される。その際に流域や施設について情報を蓄積したコンサルタントへの期待は大きい。

むすび

平成29年7月から令和元年7月まで、水のいのちものづくり中部フォーラムにおいて会員であるコンサルタント5社ならびに名古屋環未来研究所によって構成されるワーキンググループにより、国交省地方整備局ならびに名古屋市にアドバイスを受けながら、事例研究を主体として、新たな雨水対策の研究に精力的に取り組んできた。

現有施設や現在の計画についての評価、今後の施策についての技術的な提案、雨水対策の課題と今後の計画論についての提案など幅広い検討を行うことができた。

この研究はあくまで自主的なものであるため、それぞれの研究メンバーが情報・知見を有した事例研究をベースに今後の雨水対策のあり方について議論するものであった。部分的な領域であるが、比較的多くの課題に対して網羅的に取り扱い、技術的な提案とともに、どのような検討が今後求められているか、またその方法論を提案することもできた。

中部だけではなく他の地域においても、ここで提案した関係する団体とコンサルタントの共同により技術的な事項、制度的な事項、あるいは防災についての検討に着手し、その作業が進展することを期待する。

検討体制

水のいのちものづくり中部フォーラムに参加しているコンサルタントと名古屋環未来研究所で構成するものとした。

また本会には、流域の視点、総合的な視点及び事例の検討が必要であることから、中部地方整備局、名古屋市上下水道局がアドバイザーとして参加して検討を行った。

【構成メンバー】（順不同）

- ・一般社団法人 名古屋環未来研究所
- ・日本工営株式会社
- ・中日本建設コンサルタント株式会社
- ・株式会社日水コン
- ・日本水工設計株式会社
- ・株式会社 NJS

【アドバイザー】

- ・国土交通省中部地方整備局
- ・名古屋市上下水道局

活動内容

本研究会では、平成 29 年 7 月から以下の研究会等を開催した。

名称等	開催日
第 1 回研究会	平成 29 年 7 月 7 日
第 2 回研究会	平成 30 年 1 月 24 日
水ビジネスセミナー	平成 30 年 4 月 27 日
第 3 回研究会	平成 30 年 7 月 17 日
第 4 回研究会	平成 31 年 1 月 17 日
第 5 回研究会	令和元年 7 月 31 日
名古屋市への成果報告	令和元年 8 月 2 日
研究発表会	令和元年 8 月 28 日

連絡先：

水のいのちものづくり中部フォーラム 事務局 一般社団法人 名古屋環未来研究所
〒450-0002 名古屋市中村区名駅四丁目 25 番 17 号 三喜ビル 7 階
電話：052-485-5147 FAX：052-485-5101
E-mail：info@lwcf-nagoya.org