

地球温暖化適応策の推進アクションプランに向けて

平成26年7月

鶴見川流域水協議会

気候変動に適応した治水対策検討専門部会

目 次

はじめに.....	1
1. 近年発生している特徴的な気象現象	2
2. 鶴見川流域における気象状況	5
2.1 気温の傾向.....	5
2.2 雨量の傾向.....	5
3. 鶴見川流域の脆弱性の分析	8
3.1 鶴見川流域及び氾濫域の特徴	8
3.2 豪雨のタイプと外力の想定	11
3.3 想定される影響.....	13
3.4 流域の脆弱性	15
4. 鶴見川流域における地球温暖化適応策	20
4.1 適応策推進の基本認識	20
4.2 適応策実施の基本的考え方	21
4.3 適応策実施の取組方針	22
4.4 浸水・氾濫特性に適した具体的な適応策.....	23
5. 適応策ロードマップ作成にあたっての留意点	30
6. 適応策の推進に関する留意点	32

はじめに

鶴見川流域では、流域の著しい都市化の進行を背景に治水対策を河川・下水道だけではなく、流域対策と一体となって進める総合治水対策に 1976 年から取り組み始めた。さらに、都市化による流域内の様々な課題に対応していくため、2004 年に流域水マスタープランを策定し、「鶴見川流域水協議会」「鶴見川流域水委員会」「鶴見川流域水懇談会」等核となる推進体制を確立し、流域の市民、市民団体、企業、行政が連携・協働の取り組みと適切な役割分担のもとに一体となって、「治水」「水質」「自然環境」「防災」「水辺ふれあい」に取り組んでいる。

このように鶴見川流域では、時代時代で顕在化する問題に対して先駆的に取り組み、問題解決に向け努力してきた。現在、鶴見川流域で、河川整備や流域対策の進捗により、1982 年以降鶴見川からの洪水氾濫が発生していないことから、流域の人々から災害の記憶が薄れつつある。しかしながら、近年、日本周辺並びに世界で起こっている異常な豪雨や高潮災害に見られるように、地球温暖化に伴う気候変動の影響はすでに顕在化しつつあり IPCC 報告書においても、緩和策を強力に推進しても一定程度の進行を止めることはできないと指摘されている。鶴見川流域では、次に掲げるような課題を有しており、治水安全度の維持と向上のためには、地球温暖化に対する脆弱性の分析を基に短期・中期・長期的な適応策を整理して、これを着実に進める必要がある。

- 都市化が著しく進行した鶴見川は、他河川にも増して地球温暖化の影響（海面上昇・豪雨の強度と頻度の増大による洪水被害の激化）を受けやすいこと
- 流域内の人口密度が高く、高度に土地利用されており、他河川に比べ将来に向けての対応余力・自由度が小さいため、早期に将来を見据えた戦略的な対策が必要であること
- 少子高齢化により、流域の市民の自助・共助ともに困難になること、また水防従事者の高齢化による水防災力の低下など、水害に対する脆弱性が高まること
- 新規住民の増加により、多摩川からの氾濫による被害未経験だけでなく、鶴見川による水害の未経験者が増加していること
- 1960 年代から著しく進行した市街化に併わせて整備してきた防災調整池等の老朽化により、維持管理コストの増加や施設更新時期を迎えていること
- 過去に整備された防災調整池等の埋立要求により、流域対策の効果減少が懸念されていること

本提言は、こうした背景を踏まえ、鶴見川流域の未来を考える上で、安全安心の基本である治水の観点に焦点を絞り、地球温暖化に伴う気候変動の影響に対する適応策についてとりまとめたものである。

それぞれの時代で抱える課題に予見性をもって取り組む進取の気風をもった鶴見川流域において、早期に地球温暖化適応策に関するアクションプランが作成され、流域全体で危機感を共有しつつ、これが着実に進むことを期待する。

1. 近年発生している特徴的な気象現象

近年これまでに経験したことの無いような気象現象や災害が日本及び世界で確認されている。最近発生した特徴的な気象現象及び災害について降雨に関しては鶴見川流域または近傍地域での事例を、高潮に関しては海外の事例を含め整理した。

(1) 局地的な大雨

1) 2014 年 6 月 24 日 三鷹市・調布市における大粒かつ大量の降雹

東日本の上空 5,500m付近には-12℃の寒気が流入し、下層の暖かく湿った空気と上空の冷たく乾いた空気の間で大気が非常に不安定な状態にあった。

午後になって日射による地表の加熱により上空と地表との温度差が大きくなり更に不安定な状態となり、三鷹市から調布市にかけての狭いエリアで激しい上昇気流が発生し、20mm を超える大粒の雹が大量に降った。降った雹が、雨水により低い場所に流され、さらに雹により落ちた葉で道路排水口が塞がれたために雹と降水が湛水し、数十戸の床上浸水が発生し、中には 80cm も浸水する家屋があった。

大気が不安定な条件下での極端な現象であり、これまでにあまり類のない被害の発生形態となった。

2) 2013 年 7 月 23 日 都区部南西域における局地的大雨

高気圧が西日本を中心に覆い、梅雨前線が朝鮮半島をとって日本海にのびていた。関東甲信地方は晴れて気温が上昇（東京都心で 35.2℃）し、大気の状態が非常に不安定となり、局地的に雷雲が発達した。

このため、場所により 1 時間に 50mm を超える非常に激しい雨の降ったところがあった。解析雨量によると、目黒区付近と世田谷区付近では 16 時 30 分までの 1 時間に約 100mm の猛烈な雨となり、世田谷では 10 分間雨量が 24.5mm の観測史上最大を記録した。短時間に集中した大雨であり、9 割以上の雨が 60 分間に集中していた。

この結果、これらの区で約 50 件の床上浸水が発生したり、アスファルトがめくれ上がり不通になるなどの被害が発生した。

大気が不安定な条件下での局地的な大雨であり、都市域のヒートアイランド化も影響していると思われる。

3) 2010 年 7 月 5 日 都区部北西域における局地的大雨

南海上に梅雨前線が停滞しており、関東地方南部には湿った空気が入りやすい状況にあった。そこに上空に寒気を伴う気圧の谷が通過したことで大気の状態が不安定となり、積乱雲が発達し激しい雨が降った。

東京都板橋区では 60 分間雨量 114mm を記録し、石神井川流域だけでも 660 棟が浸水する被害が発生した。短時間に集中した大雨であり、8 割の雨が 60 分間に集中していた。

大気が不安定な条件下での局地的な大雨であり、都市域のヒートアイランド化も影響している可能性がある。

(2) 線状降水帯による集中豪雨

1) 2013 年 4 月 6～7 日 急速に発達した低気圧による集中豪雨

前線を伴った低気圧が、急速に発達しながら本州の南岸を東北東に進んだ。低気圧や前線に向かって、南からの暖かく湿った空気が流れ込み、関東地方や東海地方を中心に激しい雨が降った。

このため、神奈川県内の延長 20～30km の帯状エリアにおいて総雨量 200mm を越える大雨となり、神奈川県海老名市では 60 分間雨量が 102.0mm、3 時間雨量が 175.5mm とともに観測史上最大を記録する猛烈な雨が降った。

いたる地域で相対的に低い場所での冠水や下水道の排水能力を超え、道路が川や湖のようになった。強降雨域が鶴見川中流域を通過し、鶴見川多目的遊水地に 3 時間で全容量の約 1/4 の洪水が流入した。

2) 2013 年 10 月 14～16 日 伊豆大島豪雨

台風からの暖かく湿った空気と関東平野及び房総半島から流出した冷氣により局地前線が発生し、それに沿って線状降水帯が形成された。

東京都大島町では線状降水帯が停滞するとともに、標高 764m の山地を擁する伊豆大島の地形と地表面摩擦により、雨を運ぶ風速が弱まり同一箇所での降水の集中が生じ、1 時間 122.5mm の猛烈な雨が降り、24 時間雨量で 824mm という観測史上最大の大雨となった。

深夜に激しい雨が降ったことや、避難情報がなかったことも災いし、土砂災害が発生し、死者 36 人、行方不明者 3 人の惨事となった。

冷氣塊に暖湿気が乗り上げるといような条件等が整えば一時間に数十 mm の雨はどこにでも生じる雨である。

(3) 高潮などによる海面上昇

1) 2012 年 10 月 22～29 日 米国ハリケーン・サンディ

ハリケーン・サンディは、ニュージャージー州アトランティック市近くに、中心気圧 946hPa、ハリケーンの中ではもっとも勢力の弱いカテゴリー 1 レベルで上陸した。

しなしながら、ハリケーンとしては通常と異なるコースをとり、潮位偏差が 2.9m にもなったこと、大潮の満潮と重なったことが災いして、100 年ぶりの最高潮位を記録し、沿岸の大都市に甚大な高潮被害を与えた。ニュ

ーヨーク市では、約 40 万人に避難命令が発令されていたが、自宅地下室などにおける溺死者が 43 人（米国全土及びカナダで 132 人）でるなど甚大な被害となった。

米国では、ハード対策よりも災害が発生することを前提としたソフト対策に重点的に取り組んできた経緯があり、沿岸構造物による高潮対策は費用と環境面などを理由に見送られてきたために被害が甚大になったとの報告もある。

2) 2013 年 11 月 8～10 日 フィリピン台風 30 号(HAIYAN)

トラック諸島近海（北緯 5°）で発生した台風 30 号は、発達しながらほぼ西へ進み、中心気圧 895hPa、最大瞬間風速 90m/s の勢力でフィリピン中部に上陸した。

この時の潮位は最大 5～6m にも及び、被災者約 1,600 万人、死者 6,166 人、行方不明者 1,785 人という激甚な被害となった。異常ともいえる海面上昇と、上陸した台風としては史上最大の風力が災いし、大きな被害となった。

台風の勢力の巨大化は、地球温暖化の影響も考えられる。

2. 鶴見川流域における気象状況

近年日本国内において、集中豪雨やゲリラ豪雨と呼ばれるような激しい雨による災害が、毎年のように起こっており、“観測開始以来最大の雨量を記録”といった言葉をしばしば耳にする。そこで、日本全域規模から鶴見川流域規模までの各スケールでの雨量の変化傾向と空気中の水分量に関連深い気温の変化傾向を、気象観測データを用いて確認した。

2.1 気温の傾向

近年集中豪雨が増えている要因の一つとして、地球温暖化による気温の上昇が考えられる。そこで、日本全域規模から鶴見川流域規模までの各スケールでの気温の変化傾向を、気象観測データを用いて整理した。

- 日本全国では、年平均気温は 100 年で 1.15°C の上昇傾向にある。(参考図-1.1)
- 関東地方では、年平均気温は 100 年で 1.95°C の上昇傾向にある。(参考図-1.2)
- 鶴見川流域でも、年平均気温は 100 年で 2.14°C の上昇傾向にある。(参考図-1.3)

これらより、日本全域規模から鶴見川流域規模までの各スケールにおいて、気温は上昇傾向にあるものと言える。

2.2 雨量の傾向

日本全域規模から鶴見川流域規模までの各スケールでの雨量の変化傾向を整理した。全国規模については、『気候変動監視レポート 2012』（2013 年 6 月気象庁、以下「監視レポート」という。）にまとめられているアメダスで、観測されたデータ（観測地点数は年により異なる）の集計結果を基に整理を行った。

関東地方については、気象庁 HP で公開されている 131 観測所の近 38 年のデータから、また、鶴見川流域については 10 観測所の近 35 年のデータを集計し整理した。

(1) 日雨量

日雨量の傾向を、日本全国については、「監視レポート」を基に大雨のしきい値を日雨量 100mm、200mm、400mm とし、年間発生回数（日数）の集計結果を整理した。また、関東地方及び鶴見川流域においては、日雨量 100mm をしきい値とし、観測データから整理したところ、次の変化傾向が確認された。

- 日本全国の日雨量 400mm 以上の年間発生回数は、アメダスで観測されたデータの集計結果を見ると 1,000 地点あたり近 37 年で約 10 回の増加傾向（参考図-2.1）にある。また、日雨量 100mm、200mm 以上の年間発

生日数は、長期間観測されている 51 観測地点で観測されたデータの集計結果を見ると 1 地点あたり近 112 年で 100mm 以上が 0.28 日(参考図-2.3)、200mm 以上が 0.04 日の増加傾向(参考図-2.2)にある。

- 関東地方の 100mm 以上の年間発生回数は、気象庁 HP で公開されている 131 観測所の近 38 年のデータから集計したところ、回帰直線上 10 地点あたり 4.3 回増加(参考図-2.4)している。
- 鶴見川流域でも、日雨量 100mm 以上の年間発生回数は、流域内観測所 10 地点全体で近 35 年において、回帰直線上 2.8 回増加(参考図-2.5)している。

これらより、日雨量は日本全域規模から鶴見川流域規模までいずれの場合も概ね増加傾向にあった。200mm、400mm の大雨は発生回数が少なく、狭い範囲では変動が大きいため集計をしていないが、日本全国の傾向からして鶴見川流域でも増加している可能性が高い。

(2) 時間雨量

時間雨量の傾向を、日本全国については、「監視レポート」を基に短時間強雨のしきい値を時間雨量 50mm、80mm とし、年間発生回数の集計結果を整理した。また、関東地方及び鶴見川流域については、時間雨量 30mm、50mm、80mm をしきい値とし、観測データから整理したところ、次の変化傾向が確認された。

- 日本全国の時間雨量 50mm、80mm の発生回数は、アメダスで観測されたデータの集計結果を見ると 1000 地点あたり近 37 年で 50mm 以上が 81 回(参考図-2.6)、80mm 以上が 7.4 回(参考図-2.7)のいずれも増加傾向にある。
- 関東地方の、時間雨量 30mm、50mm、80mm 以上の発生回数を、38 年間のデータから集計したところ、10 地点あたり近 38 年で 30mm 以上が 10 回の増加傾向(参考図-2.8)、50mm 以上が 2.0 回の増加傾向(参考図-2.9)、80mm 以上が 0.2 回の増加傾向(参考図-2.10)にある。
- 鶴見川流域の時間 30mm、50mm 以上の発生回数は、流域内観測所 10 地点全体で近 35 年において、30mm 以上では 12.6 回の増加傾向(参考図-2.11)にあり、50mm 以上では回帰直線上 1.8 回増加(参考図-2.12)している。時間 80mm を超えるような雨は、過去 2 回(1989 年、1994 年)発生している。

これらより、時間雨量は日本全域規模から関東地方規模まで、いずれの場合も増加傾向にあった。鶴見川流域は、30mm 以上では増加傾向が認められ、50mm 以上では増加していると思われる。80mm 超える大雨は 2 回しか発生しておらず、観測データから傾向を断定することは難しいが、他地域の傾向からして、鶴見川流域でも増加傾向である可能性が高い。

(3) 2 日雨量

鶴見川では、降雨のほとんどは 2 日間で降ることが多いため、年最大流域平均 2 日雨量を整理したところ、次の傾向が確認された。

- 鶴見川流域では、年最大流域平均 2 日雨量は、近 35 年で回帰直線上 16.3mm 増加（参考図-2.13）している。

(4) 4 時間雨量

鶴見川において流出のピークに大きな影響を与える 4 時間雨量の年最大値を観測データから整理したところ、次の変化傾向が確認された。

- 鶴見川流域の年最大 4 時間雨量は、近 35 年で回帰直線上 6.3mm 増加（参考図-2.14）している。

3. 鶴見川流域の脆弱性の分析

地球温暖化などの気候変化に対する適応策について適切な検討を行うためには、発生しうる降雨パターンや地球温暖化に伴う降雨の変化及び海水面の上昇に十分留意し、鶴見川流域の浸水状況、被害状況の変化を捉えて、発生する被害に着目した検討が不可欠である。

このため、鶴見川流域の脆弱性を、地形や過去の災害特性を十分踏まえ、検討対象外力を想定した上で分析した。

- ① 鶴見川流域及び氾濫域の有する特徴
- ② 過去の災害特性
- ③ 豪雨のタイプと外力想定のかえ方
- ④ “今日にでも発生しうる豪雨”の想定
- ⑤ “地球温暖化により激化する豪雨”の想定
- ⑥ “今日にでも発生しうる豪雨”による影響
- ⑦ “地球温暖化により激化する豪雨”による影響
- ⑧ 地球温暖化に伴う海面上昇による影響
- ⑨ 多摩川の同時氾濫による影響
- ⑩ 鶴見川流域の脆弱性

3.1 鶴見川流域及び氾濫域の特徴

(1) 鶴見川流域及び氾濫域の有する特徴

鶴見川本川の延長は 42.5km で、河口から 20km ほどさかのぼった地点にある恩田川の合流点付近を境にして上流側は丘陵地や台地を流れ、下流側は沖積低地を流れている。また、鶴見川下流部は、図-1 のとおり丘陵の迫り出し部の影響を受け、河道が蛇行しているうえに、多摩川河口からの土砂排出による影響で、鶴見川河口部は南西に曲げられている。本川は、上流の約 10km が勾配約 1/70 と急であるが、中流から下流部にかけては、勾配約 1/1,500 から 1/3,500 と緩やかに流れている。

鶴見川の氾濫域は、恩田川合流点より上流域は本川・支川ともに河川沿いの狭い範囲の低地であり、下流域は河川の堤防と沿川の低地背後の丘陵地に囲まれた区域である。矢上川合流点より下流の左岸域は背後に高い地形がないため拡散型の広い氾濫域となる。

恩田川合流点より下流はかつて東京湾の入り江であり、河床勾配も緩やかであるため、潮汐の影響を受ける区間が長い。特に河口から 10km くらいまでは高潮時に海面以下となる土地が広がる。このように、海面上昇の影響を受けやすい地域が下流域に広く広がり、高潮などに対する注意が必要である。

(2) 過去の災害特性

鶴見川下流域は、地形的に流水が滞り、水はけが悪くなっていることから、水害に遭いやすい特徴を有するとともに、一度溢れると河川と背後の丘陵地に挟まれた区域に氾濫水が滞留し、水深が大きくなるとともに、洪水の終わった後にもしばらく水が引かないなど、被害が大きくなりやすい特徴を有している。

また、下流左岸域については、鶴見川の氾濫水が広範囲に広がるだけでなく、多摩川からの氾濫もが到達しやすい地形であるため、鶴見川と多摩川双方の洪水に悩まされてきた区域である。実際、記録に残っているだけでも、1910年8月、1914年8月や1938年6月の洪水では、鶴見川と多摩川双方の同時氾濫により、当該地域は激甚な被害を受けた。

また、著しい流域の都市化の進展により、約25km上流地域の降雨のピークから洪水流量のピークの差がかつて10時間程度あったのが、現在では2時間程度と極めて短くなっている。矢上川では、2011年の出水の際に、1時間で河川水位が3.3mも上昇したことがある。

加えて、局地的大雨により、低い土地や半地下構造の建物だけではなく、高台であっても窪地的な地形形状をした場所で床上浸水に相当する湛水が発生するなど、これまで経験したことのないような場所での浸水も発生している。



図 - 1 鶴見川流域標高段彩図

3.2 豪雨のタイプと外力の想定

ゲリラ豪雨は今日にでも起こり得る可能性がある一方、地球温暖化進行後の大型化した台風は将来起こる現象である。現在も狩野川台風規模は再来しうるが、地球温暖化の影響で巨大化した台風として来るのは20～30年先かもしれない。

このため、流域の脆弱性を分析するための想定外力については、「今日にでも発生しうる豪雨」と「地球温暖化進行後に激化した豪雨」に分けて外力の想定を行った。

(1) 豪雨のタイプとその特徴

- 降雨継続時間と雨量との関係は、日本では1日雨量で1,000mm程度、1時間雨量で百数十ミリメートル程度である。日単位の雨量で大雨をもたらす要因は、主に台風、低気圧や前線といった200～2,000kmのメソ α スケールの気象擾乱であり、1時間以下の短い継続時間で強雨をもたらす要因は、個々の積乱雲や積雲といった2～20kmのメソ γ スケールの気象擾乱である。その中間である1時間～1日の継続時間に大雨をもたらす要因は、組織化された積乱雲群である線状降水帯などのメソ β スケールの気象擾乱である。
- 日本国内の豪雨を、降雨継続時間と雨域スケールで分類すると、台風や前線の停滞による長時間・広域の豪雨と、線状降水帯による数時間に及ぶ細長い区域（長さ100～200km、幅10～30km）での集中豪雨のほか、短時間に局地的に降る局地的大雨（ゲリラ豪雨）がある。
- 台風や前線による長時間・広域にわたる豪雨は、鶴見川本川において洪水氾濫を生じさせ、大規模な水害となる恐れがある。
- 線状降水帯による集中豪雨は、その雨域と流域との重なり方で支川レベルだけでなく本川でも洪水氾濫を引き起こす可能性がある。
- 局地的大雨（ゲリラ豪雨）は、短時間であるが、猛烈に強い雨が局地的に降る雨であり、支川や下水道からの溢れにより浸水被害が発生する恐れがある。地下施設や窪地では、急な浸水位上昇により人的被害も生じる恐れがある。

(2) 外力想定の方

- 台風などのメソ α スケールの降雨現象については、地球温暖化による変化の程度をシミュレートし、外力の想定を行った。
- 線状降水帯による集中豪雨や局地的大雨などのメソ β 、メソ γ スケールの降雨現象については、地球温暖化によって豪雨の発生頻度及び降雨強度が変化すると予想されるが、現在のシミュレーション技術をもってしても精度の良い現象把握が難しいため、近年、鶴見川及びその近傍の流域で発生した降雨を鶴見川流域に適用できるかを検討し、外力の想定を

行った。

- IPCC 5 次報告書によると、2080 年から 2100 年における世界平均海面上昇量は 4 つのシナリオ設定のもと 0.26～0.82m と予測されている。最高位と低位のシナリオを除いた高位安定化と中位安定化シナリオにおける海面上昇の中央値はともに 0.48m であることから、海面上昇による影響を考えるための海面上昇量を 0.48m とした。
- 施設の能力を超える降雨により河川からの洪水氾濫が起こるが、降雨の激化に伴い、大河川の同時氾濫が発生する可能性が高まる。鶴見川下流域左岸の多摩川と鶴見川に挟まれた沖積低地では、過去の洪水の際に、多摩川と鶴見川の氾濫水が一体になって広い範囲で浸水し激甚な被害が発生している。このため、鶴見川と多摩川で挟まれた平坦な低地に、両河川から同時期に洪水氾濫が発生した場合にどのような状況となるのかシミュレーションを行った。当該地域が拡散型の氾濫域であるとともに地形的に高台がないことから、危機管理対応の見地より、想定外力を 1/1,000 確率降雨とした。

(3) “今日にでも発生しうる豪雨”の想定

“今日にでも発生しうる豪雨”の中で警戒すべき豪雨は、台風による強雨域（アウターバンドまたは台風本体の雨雲）が鶴見川流域を長時間かけて通過することによる大雨、線状降水帯による集中豪雨、及び局所的大雨（ゲリラ雷雨）である。台風による豪雨については、地形の影響等を加味して過去に鶴見川流域で発生した実績雨量を用いた。線状降水帯や局所的大雨（ゲリラ雷雨）については、鶴見川流域でも発生しうると判断された近傍流域の実績降雨を平均雨量が最も多くなるように平行移動することにより想定外力とした。

1) 台風により起こり得る豪雨

鶴見川流域における既往最大雨量を記録した台風は、2 日雨量では 1938 年 6 月台風の 370mm であるが、1938 年当時は時間雨量を計測する観測所が流域内になかった。時間雨量を計測し始めた 1948 年以降で、洪水到達時間（4 時間）内雨量が最大であったのは 1958 年 9 月の狩野川台風であったため、狩野川台風の実績降雨を想定外力として用いた。

2) 線状降水帯による集中豪雨や局地的大雨（ゲリラ豪雨）により起こり得る豪雨

鶴見川周辺で大雨をもたらした線状降水帯または局地的大雨（ゲリラ豪雨）を鶴見川流域に平行移動することで、鶴見川に発生した場合の影響を推定した。

2013 年 4 月急速に発達した低気圧による集中豪雨や 2010 年 7 月都区部北西域における局地的大雨については、鶴見川流域でも生起しうるため、

実績降雨をそのまま平行移動して用いた。

2013 年 10 月伊豆大島豪雨については、線状降水帯はどこでも形成するが降雨強度に関しては、大島の地形的影響を考慮し、島が全くなかった場合の推定雨量も考慮し、山地の高さ分の補正を行い、実績の 0.83 倍が鶴見川流域に発生することとした。

(4) “地球温暖化により激化する豪雨”の想定

“地球温暖化により激化する豪雨”として警戒すべき豪雨は、地球温暖化により勢力を増した台風による大雨と、地球温暖化進行により気温が上昇した状況下での線状降水帯による集中豪雨や局地的大雨である。後者については、検討に必要な精度が得られないことから、地球温暖化により激化した豪雨の外力想定は前者の台風（メソ α スケール）のみとし、その降雨量は、台風の再現性が確認されたメソ気象モデルの境界条件・初期条件を将来の地球温暖化の進行状況にあわせて気温上昇を加算させる方法（＝擬似温暖化法）によりシミュレーションして推定した。

1) 気温上昇後の台風のシミュレーション

1996 年以降に鶴見川流域で 4 時間雨量が多い台風（2004.10、2007.9）を対象として、格子点データ（GPV データ）の気温を全格子点で（+1.3℃～+4.1℃）アップして与えて、メソ気象モデルによりシミュレーションを行った。

擬似温暖化シミュレーション（+1.3℃～+4.1℃）の結果、地球温暖化後の鶴見川流域の最大 4 時間雨量は、台風（2004.10、2007.9）によって雨量の増加率が異なることが分かった。このため、鶴見川流域面積（235km²）と同程度（256 km²）の正方形領域における最大 4 時間雨量の増加比率を分析した結果、最大 4 時間雨量の増加率の頻度は 1～2 倍が比較的高かった。

2) “地球温暖化により激化する豪雨”の外力想定

台風の気温上昇シミュレーション結果から、“地球温暖化により激化する豪雨”の外力を実績雨量の 1～2 倍の幅として設定し、時間雨量波形及び空間的な分布は時間雨量が空間的に多く存在し、戦後最大雨量を記録した 1958 年 9 月狩野川台風を用いた。

3.3 想定される影響

(1) “今日にでも発生しうる豪雨”による影響

狩野川台風実績降雨のほか、今日にでも発生しうる豪雨として設定した 2010 年 7 月都区部北西域における局所的大雨や 2013 年 4 月急速に発達した低気圧による集中豪雨、2013 年 10 月伊豆大島豪雨における降雨（0.83 倍）を鶴見川流域に平行移動した降雨を基に流出計算を行った。なお、海面上昇については、

今日にでも発生しうる豪雨の想定であるため、ゼロとして洪水時の水位計算を行った。

計算結果より次のことが推察される。

- 狩野川台風が再来した場合と 2013 年 10 月伊豆大島豪雨（0.83 倍）の降雨が鶴見川流域で生起した場合、指定区間だけでなく直轄管理区間においても堤防高を超過するほど水位が上昇する。このため、下水道の排水能力不足による内水被害だけでなく鶴見川全川において外水による被害が発生する可能性がある。
- 2010 年 7 月都区部北西域における局地大雨や 2013 年 4 月急速に発達した低気圧による集中豪雨が鶴見川流域で生起した場合、指定区間や支川の直轄管理区間で計画高水位を超えるほど水位が上がり、外水氾濫と内水による浸水が併せて発生する可能性がある。

(2) “地球温暖化により激化する豪雨” による影響

地球温暖化により変化する豪雨として設定した、狩野川台風の実績雨量の 2 倍（＝232mm/4hr）を上限とした設定降雨について、氾濫シミュレーションを行い、その影響を推定した。（参考図-3.1、3.2、参考表-3.1）

なお、氾濫シミュレーションをする際の河口部の水位上昇については、地球温暖化進行後を想定しているため、『地球温暖化予測情報第 7 巻』（2008 年 3 月気象庁）における地球温暖化による関東沖での海面上昇量を参考とし 20cm 見込んだ。

- 将来的な気温の上昇により降雨は増大し、河川流量は増加することが予想される。
 - 降雨量が 1.5 倍になると、末吉橋地点のピーク流量は 1.5 倍に増大
 - 降雨量が 2 倍になると、上流区間での天端越水も生じるため、末吉橋地点のピーク流量は 1.85 倍に増大
- 浸水被害は、直轄区間及び指定区間ともに堤防決壊による外水被害と、下水道の排水能力不足による内水被害が発生する。このため、ポンプ運転調整も大きな課題となる。
 - 実績降雨量が 1.5 倍になると、浸水面積・浸水区域内人口・浸水家屋数は約 2.1 倍、被害額は約 4.9 倍、要援護者施設は約 7.5 倍、地下施設は約 7.5 倍、水死者数は約 78 倍に増大（参考表-3.1）
 - 降雨量が 2 倍になると、浸水面積・浸水区域内人口は約 2.5 倍、浸水家屋数は約 2.4 倍、被害額は約 7.5 倍、要援護者施設は約 10.5 倍、地下施設は約 11 倍、水死者数は約 119 倍に急増（参考表-3.1）
- 降雨量が増加した場合、従来の河川対策だけでは限界がある。
- 将来的な気温の上昇に伴う降雨量の増加により、浸水深の増大につながりやすい貯留型氾濫となるエリアが多いため、避難猶予時間があまりとれないという鶴見川の出水特性を勘案すると人的被害者の増加率が高まる

こととなる。

(3) 海面上昇による影響

海面上昇による影響を整理した結果は次のとおりである（参考図-4.1）。

- 海面上昇による影響は、本川の鶴見川多目的遊水地付近にまで及ぶと予測される。
- 海面上昇による水位上昇を堤防嵩上げで対応した場合、河口から少なくとも 10km 区間で計画高水位の変更を余儀なくされ、堤防整備を必要とする。
- 将来的な海面上昇により、降雨量に変化がなくともポンプの運転調整の時間が約 1.6 倍（120 分から 190 分）に増すと予想される。

(4) 多摩川の同時氾濫による影響

鶴見川と多摩川が同時氾濫した場合の影響を把握するため、1/1,000 降雨量を基に氾濫計算を行った。具体的には、鶴見川より流域面積が大きい多摩川流域の 1/1,000 確率降雨量を算出し、多摩川流域の 1966 年 6 月降雨パターンを 1/1,000 降雨量まで引伸ばし、同引伸倍率で、鶴見川流域の実績降雨も引き伸ばすことにより行った。

同時氾濫と各河川単独氾濫の場合を比較することにより、次に示す影響があると思われる（参考図-5.1）。

- 鶴見川流域での氾濫水位が、鶴見川単独氾濫と比べて最大 1m 程度上昇し、浸水深 2m 以上の区域が 1ha から 123ha 拡大している。
- 堤防沿いを除いて氾濫域内に水没しない地盤高を有するエリアがないため、周辺一帯が全て浸水することとなり、氾濫の際の避難の仕方によっては甚大な被害が発生しかねない。

3.4 流域の脆弱性

“今日にでも発生しうる豪雨”によって、直轄管理区間と指定区間ともに堤防決壊による外水氾濫と内水による浸水被害の双方が発生しうる。特に支川においては、鶴見川流域近傍で発生したことの局地的大雨の複数パターンで、堤防高を越え、外水氾濫が発生しうる。

“地球温暖化により激化する豪雨”によって、堤防高を越えて越水または堤防決壊する可能性が、直轄管理区間及び指定区間においてある。

こうした浸水が発生した場合の図-2 に示す氾濫ブロックごとの特徴は表-1 のとおりである。

以上のことから、鶴見川流域の脆弱性をまとめると次のとおりである。

- 浸水深が 2～5m 程度と大きい氾濫エリアは、堤防と丘陵地で囲まれた貯留型氾濫を呈する地域が多く、浸水エリアが狭いほど短時間で浸水深が増大するため、特に注意が必要である。

- 氾濫ブロックによっては浸水の際、地下施設や地下鉄への流入・水没の危険性があり、住民だけでなく、来訪者への対応も重要となる。
- こうした浸水深 2m 以上に達するエリアは、矢上川合流点より上流側に多く存在し、避難が遅れた場合に人命の危機に瀕する恐れがある。
- 海面上昇は直轄管理区間ほぼ全域に影響を与え、ポンプの運転調整等により、浸水深・浸水量が増大するため、貯留型氾濫区域への影響は大きい。
- 下流部左岸の拡散型氾濫域は、多摩川の氾濫域でもある上に地形的に高台がないため、どこに避難しても浸水域の中となる。このため、被害を最小化するためには、起こり得ることの想定に十分注意する必要がある。

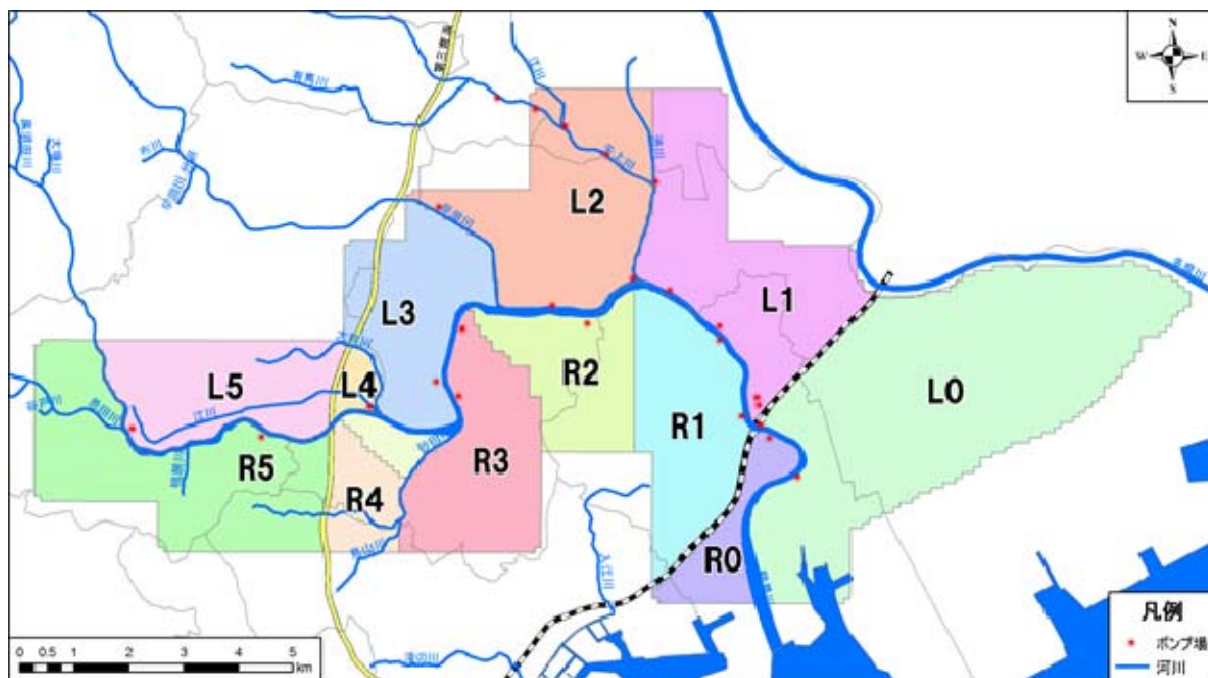


図 - 2 氾濫ブロックの位置図

表-1 各ブロックで想定される特徴的な被害

	ブロック	氾濫形態	地形的特徴	外水氾濫（内水を含む）	内水による浸水
左岸	L0 (高潮区間)	拡散型	氾濫域全体が平坦で高台が全くない。 多摩川からの氾濫水が到達しやすい。	➤ 警察・消防、災害時要援護者施設が多く浸水する。 ➤ 浸水深はあまり大きくないが氾濫域が広域に及び、経済被害が大きい。	
	L1	拡散型	多摩川から鶴見川に向けて緩やかに傾斜。 多摩川からの氾濫水が到達しやすい。	➤ 市場・北部第一水再生センター・加瀬ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 災害時要援護者施設が多く浸水する。 ➤ 浸水深はあまり深くないが、河川沿いに氾濫が拡がりやすい。	➤ 北部第一水再生センター・加瀬ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。
	L2	貯留型	鶴見川と矢上川右岸堤と早淵川左岸堤と丘陵地で囲まれた盆状の低平地	➤ 天王森・南綱島ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 低平地全体が浸水しやすい。 ➤ 浸水する地下施設が多い。 ➤ 被害額が大きい。	➤ 天王森・南綱島ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 浸水被害がやや発生しやすい。
	L3	貯留型	鶴見川と早淵川右岸堤と丘陵地で囲まれた盆状の低平地	➤ 新羽ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 低平地全体が浸水しやすい。 ➤ 地下施設が浸水する。 ➤ 被害額が大きい。 ➤ 浸水深が大きくなりやすく、3mを超える区域が広く、人的被害の危険性が高い。	➤ 地下施設が浸水する。 ➤ 浸水被害が発生しやすい、被害額が大きい。
	L4	貯留型	鶴見川と大熊川と丘陵地で囲まれた盆状の平地	➤ 川向ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 浸水深が大きく人的被害に繋がりがやすい。	➤ 浸水深が大きく人的被害に繋がりがやすい。
	L5 (指定区間)	貯留型	鶴見川と丘陵地に挟まれた低地	➤ 浸水深が大きく、3mを超える区域が広く、人的被害に繋がりがやすい。 ➤ 工場が多く被害額が大きい。	➤ 浸水深が大きく人的被害に繋がりがやすい。 ➤ 工場が多く被害額が大きい。
右岸	R0 (高潮区間)	貯留型	鶴見川と丘陵地に挟まれた低平地	➤ 鶴見区役所が浸水し、防災体制に影響が生じる。	
	R1	貯留型	鶴見川と丘陵地に挟まれた狭い低平地	➤ 低平地全体が浸水しやすい。	
	R2	貯留型	鶴見川と丘陵地に挟まれたやや狭い低平地	➤ 樽町ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 低平地全体が浸水しやすい。 ➤ 資産集積により被害額が大きい。 ➤ 浸水深が大きくなりやすく、3mを超える区域が広く、人的被害の危険性が高い。 ➤ 病院が浸水する。	➤ 浸水被害が発生しやすい。
	R3	貯留型	鶴見川・鳥山川と丘陵地に挟まれたやや狭い低地	➤ 港北水再生センター・太尾ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 港北区役所が浸水し、防災体制に影響が生じる。 ➤ 企業本社・災害時要援護者施設・地下施設が多く浸水する。 ➤ 被害額が大きい。 ➤ 浸水深が深く、人的被害者数が多い。 ➤ JR 新横浜駅が浸水し、交通・物流への影響が生じる。	➤ 港北水再生センター・太尾ポンプ場が浸水停止し、排水不能となり得る。 ➤ 浸水被害がやや発生しやすい。

3.鶴見川流域の脆弱性の分析

	R4	貯留型	鶴見川・遊水地周囲堤・丘陵地に挟まれた狭い低地	➤ 低平地全体が浸水しやすい。 ➤ 浸水深が大きくなりやすく、3mを超える区域が広く、人的被害の危険性が高い。	
	R5 (指定区間)	貯留型	鶴見川と丘陵地に挟まれたやや狭い低地	➤ 鴨居ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 低地全体が浸水しやすい。 ➤ 浸水被害が発生しやすい。 ➤ 浸水深が大きくなりやすい。	➤ 鴨居ポンプ場が浸水停止し、排水不能となる。 ➤ 低地全体が浸水しやすい。 ➤ 浸水被害が発生しやすい。 ➤ 浸水深が大きくなりやすい。

※ 本検討の対象外力は 1958.9 実績降雨の 1.75 倍である。

※ 表中の死者数・経済被害・施設数等の評価は、他のブロックと比較した場合である。

4. 鶴見川流域における地球温暖化適応策

4.1 適応策推進の基本認識

鶴見川流域は、著しい都市化の進展に伴い、地表を覆う構造が大きく変化し、浸透が少なく降水の多くが流出するため、他の流域に較べて気候変動による影響やその弊害をより強く受けやすくなっている。

このため、今後起こり得ることを正面から見据え、確実に進行している地球温暖化やヒートアイランド化に伴う気候変動に対する適応策を本格的に推進する必要がある。

少なくとも今後数十年間は、緩和策¹にかかわらず地球温暖化が進行することを踏まえると、既に生じている現象への対応とあわせて将来起こり得ることを見据えた適応策²に可能な限り速やかに取り組む必要がある。

欧米諸国では、気候変動の進行は不確実性を有するものの、気候変化による悪影響はもはや避けられないことから、巨大災害時に減災効果があり、平常時にも社会的効用がある複合的な対策を進めることを前提として、最悪のシナリオを想定した適応策を順応的に展開し始めている。

我が国においても、大規模自然災害等から国民の生命・身体及び財産を保護するとともに、国民生活・経済活動に及ぼす影響の最小化を図るため、現状の評価を行うなど、計画的に対応する国土強靱化に取り組み始めた。

“地球温暖化により激化する豪雨”だけでなく“今日にでも発生しうる豪雨”によっても、現在の鶴見川流域において人的被害も含めて甚大な被害が生じることが検証された。また、施設能力を超える洪水により、場所によっては人的被害が発生しうるほど危険な浸水状態に陥り、河川管理施設や下水道施設の整備だけでは被害を軽減することはできないことが明らかとなった。

このため、鶴見川流域における地球温暖化適応策は、増加する降雨量に対して治水施設等で対処するという考え方だけではなく、将来の地球温暖化により激化する豪雨などの現在の施設能力を超える豪雨による最悪のシナリオを想定して、犠牲者ゼロに向けてハード整備とソフト対策が一体となった戦略的な適応策を推進する必要がある。

さらに、鶴見川からの外水氾濫だけに着目するのではなく、流域における浸水にも対処できるように、これまでになかった被害のパターンにも十分留意してありとあらゆる方策を重層的に組み合わせて対処する必要がある。

また、気候変動により増大する外力に対し、致命的な被害を受けないよう、流域や氾濫域での対応も含め、被害の集中を避け、分散させることも有効な方策である。

これまで、鶴見川流域では流域の市民、市民団体、企業及び行政が、鶴見川流域

¹緩和策：温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を抑制すること。

²適応策：既に起こりつつある、あるいは起こり得る豪雨の影響に対して、災害防止策を行うとともに自然や人間社会のあり方を調整すること。

水マスタープランの推進体制の下に、協働して総合治水対策に取り組み、成果を上げてきた。

今後、地球温暖化による豪雨時代を迎えるにあたり、さらに新たな関係部署とも連携し、現在の総合的治水対策推進体制をより一層拡充・充実させ、住民・市民団体・地域・企業・行政の情報の共有と適切な役割分担により、適応策に取り組むことが望ましい。

このため、鶴見川流域で具体的に適応策を実施するにあたって、流域内で発生しうる新たな事態を予想・想定し、そのリスクを流域住民や関係機関等に周知し、認識を高めるとともに共通認識を持つ必要がある。

そして、地球温暖化適応策として、鶴見川流域水マスタープランに明確に位置づけ、より一層強力に推進していく必要がある。

地球温暖化適応策の実施は、短期間で終わるものではなく、将来のためにも長期を見据え、着実かつ確実に長期間かかってでも対応していかなければならない。このため、実施にあたっては、今後の観測データや知見の蓄積に応じて実施する方策を弾力的に見直すなど順応的に対応する。

また、少子高齢化の進行に伴う人口、社会構造の変化や低炭素社会や自然共生社会など持続可能な社会実現と積極的に調和を図りながら推進する。

4.2 適応策実施の基本的考え方

我が国の都市河川の先駆けとして、総合治水対策に取り組んできた鶴見川においては、今までの流域一丸となった取り組みによって、ある程度施設整備が進み、治水安全度が向上したものの、未だ整備途上にある。こうしたことから、これまで整備された既存ストックの活用及び今後適切な追加対策を施すことにより、低平地都市河川流域において、「犠牲者ゼロとするために戦略的な適応策」を流域一丸となつて対策推進に取り組むことが重要である。

鶴見川流域の地球温暖化適応策は、“地球温暖化により激化する豪雨”に対して有効であるだけでなく、“今日にでも発生しうる豪雨”によって生じる問題を同時に解決するものであることに十分留意する必要がある。

これまで鶴見川流域では、新規開発時の防災調整池設置など、市街化への対策を中心として総合治水対策を実施してきたが、地球温暖化への適応策は、既成市街地も含め、流域内の全ての場所でそれぞれの場所に適した対策を実施しなければ到底対応できない。

現在の鶴見川における上流域の降雨のピークと下流域の流出のピークの時間差は2時間程度であり、市街化進展等によりこの時間差はさらに短くなる可能性がある。今後の高齢化の進行により迅速な避難行動がより難しくなることを勘案すれば、極力避難のための移動量を減らして犠牲者ゼロを達成できる適応策も進める必要がある。

地球温暖化の進行スピードや程度については、不確実なことが多いが、十分な緩和策を講じても確実に今後数十年間は気候変動が進行することから、効果的な施設

整備を急ぐとともに、施設更新に併せ計画的に増大する外力への対応を図っていく必要がある。

一方で、どれだけ施設整備を進め、対策が完了しても、常に施設能力を超える洪水等が発生しうるため、被害を集中させない工夫や配慮しておくこと、並びに非常時の避難・救助・復旧等の体制を整備しておくことが非常に重要となる。

4.3 適応策実施の取組方針

地球温暖化に対する適応策の検討を行うにあたっては、「3.4 流域の脆弱性」で明らかにした気候変動の影響により増大する外力によって想定される各氾濫ブロックにおける浸水状況、被害状況の時空間的变化等の被害特性に応じた的確な対策の実施が重要である。

(1) “今日にでも発生しうる豪雨”に対する適応策の取組方針

“今日にでも発生しうる豪雨”によって、直轄管理区間や指定区間や支川において外水氾濫や浸水する可能性があり、場所によっては 2～5m 程度浸水し、地下施設・地下鉄への流入・水没や、避難が遅れた場合に人命の危機に瀕する恐れがある。こうしたことから、次のことに留意して適応策を実施する。

- 浸水深が 2m を超えるところがあることから、最悪のことを想定し、住民だけでなく来訪者も含め域内の人へ、速やかに急激な水位上昇や避難方法の情報周知といったソフト対策を徹底する。
- 本川・支川の洪水氾濫防止、雨水貯留管整備等の内水被害の解消を目的としたハード対策を推進する。
- 雨水管理のスマート化を推進するとともに、河川と下水道で連携した効果的な浸水対策を推進する。
- 様々な降雨パターンに対応できるよう上下流・本支川バランスを考慮して施設整備を促進する。
- 各施設管理者の未整備、未実施の対応を早急を実施するとともに、既存ストックを有効に活用できる連携等の対応を早急を実施する。
- 適応策の選定は、想定外力を超過した際の減災効果とダメージの大きさを考慮に入れ、トータルリスク低減の視点で行う。
- 被害の最小化に向け、施設管理者や企業のほか、個人レベルでもできる対策の積み重ねを積極的に実施する。

(2) “地球温暖化により激化する豪雨”に対する適応策の取組方針

“地球温暖化により激化する豪雨”によって、直轄管理区間及び指定区間において堤防高を越えて越水若しくは堤防決壊する可能性があり、次のことに留意して適応策を実施する。

- 地球温暖化の影響によって増加する水害リスクに対しては、水害に対する脆弱性を小さくするとともに、他の地域に比べて非常に大きなリスクが

ある地域については、被害を小さくする構造転換を積極的に進めリスク分散・リスク回避を図ることもあわせて行う。

- 河川・下水道施設の整備と流域対策の推進によって氾濫量を小さくするとともに、浸水リスクを勘案した土地利用等により水害に対する脆弱性を小さくする。
- 長期的に災害に強い地域となるよう、まちづくりを見直し、連携して被害を減少させる。
- 最終的な地球温暖化による外力の変化分を見極めることは現時点で難しいため、ある程度の幅をもって想定することにより、中長期的に、無駄や手戻りがないよう、計画的に施設整備を進める。

4.4 浸水・氾濫特性に適した具体的な適応策

鶴見川流域で“犠牲者ゼロに向け”有効と考える適応策を「発災のリスクを低減する適応策」と「発災時に被害を最小化する適応策」に分け、次のとおり提案する。

(1) 発災のリスクを低減させる適応策

施設整備が未だ不十分な鶴見川流域においては、洪水到達時間が短く、避難猶予時間が十分にとれないという鶴見川の出水特性を勘案すると、これまでにないような豪雨に見舞われると、人的被害を含め甚大な被害につながりかねない。このため、まずは外水氾濫及び内水による浸水の発生頻度を低減させると同時に、発生した場合の外水氾濫量及び内水浸水量を低減させることを積極的に進めるとともに、併せて被害が小さくなるよう、地域やまちづくりと一体となってリスク低減への構造転換を図る必要がある。これらの取り組みは順を追って進めるのではなく、同時併行して実施していくこととなる。

1) 外水氾濫及び内水浸水の発生頻度を低減

整備途上にある鶴見川流域にあつては、洪水を安全に流すべく施設能力の向上に努めることにより、被害を予防・低減することに積極的に取り組む必要がある。施設整備の具体的内容には、河川整備計画に基づき整備中の対策のほか河川整備基本方針の計画メニューも適応策として考えられる。以下に、取り組むべき各対策メニューの内容を例記する。

- 河道整備の促進：近年様々な豪雨により鶴見川近傍の流域で被害が発生し、鶴見川流域でも同様なことが起こり得る状況にある。このため、上下流・本支川バランスに配慮しつつ、様々な降雨のパターンに対応できるよう、河積が不足する区間の河道掘削・浚渫などにより河道の流下能力を確保する。
- 放水路の整備（新設）：鶴見川中流部から海への放水路を整備する。分派

点下流への流量を低減することにより、外水氾濫の危険性を抜本的に低減させるとともに、海面上昇や高潮の影響等を受けやすい鶴見川本川下流部の水位を低下させることによってポンプ運転調整の頻度を減少させ、下水道のポンプ継続排水が可能となり、流域の浸水被害の解消・軽減に有効である。また、放水路の流入口を遊水地内とすることにより、遊水地の二山洪水や長時間降雨に対する安全性が高まる。

- 下水道の整備（雨水管の整備、下水道網のリアルタイムオペレーション^{注)}）：雨水管理のスマート化を推進し局地的な大雨等での被害最小化を図る。

注) 下水道網のリアルタイムオペレーション：下水道管路を連絡管によりグリッド化した上で、局地的豪雨において下水道の管内水位を観測し、水位の低い管路に連絡管を通じて分水することで、豪雨域の管内水位を下げ、内水による浸水を防止する運用方法。

- 雨水貯留施設等の整備：気候変動の影響により増大する外力に対応するため、流域における河川調整池、特定都市河川浸水被害対策法に基づく防災調整池や雨水貯留施設を新設したり改良を行う。
- 既成市街地での貯留や浸透施設（地下雨水貯留、多孔質の軽石を屋上に敷設する流出抑制設備、駐車場の緑化・浸透）の整備：様々なタイプの豪雨に対して浸水の軽減に効果があること、及び地下水涵養にも効果があることから、対策が進むよう家屋の建て替え時に義務化する仕組み等をつくるべきである。なお、緑化や屋上浸透はヒートアイランドの緩和策としても有効である。
- 防災調整池の更新・統廃合：老朽化した防災調整池が廃止されないよう、施設の更新を支援したり、効果がより大きくなるよう施設の統廃合や改良が進むよう、制度や仕組みについて検討する。

2) 外水氾濫量及び内水浸水量を低減

施設整備だけで洪水を防御することは難しいが、これまで整備してきた施設の効果の確実性を高めたり、施設の効果を最大限発揮させるため、既存施設を有効活用したり活用できるルールを整備することにより、氾濫量等を低減し、被害を軽減することができる。

また、流域の有する自然の保水・遊水機能など地域がもつ特性を考慮し、それぞれの地域に適した施策を継続して行うことも重要である。

- 堤防の強化（決壊しづらい堤防または決壊しない堤防の整備）：堤防越水

や浸透に対して堤防の安全性を高めるため堤防強化を図る。また、堤防単体ではなく、堤防に隣接する地域の再開発等に併せ堤防と同程度の高さまで盛り土することにより堤防の安全性を抜本的に向上させる。特に、下流の拡散型氾濫地域や貯留型氾濫区域で浸水深が大きい地域では改善効果が大きい。今後、外力の増大に伴い水防活動の重要性と必要箇所の同時多発が予想される中、決壊しないまたはしづらい堤防の整備は、限られた勢力の水防活動を必要な区域に傾注できる点で効果が大きい。

- 遊水地の施設改良：現況ストックを最大限に活用する観点から、越流堤の可動化など同一調節容量で効率的かつ効果的な洪水調節方法について検討する。
- ポンプ場の耐水化：浸水時に機能不全に陥らないように電源や防水壁の嵩上げ等の耐水化を図ることにより、浸水深の低減と浸水後の排水時間の短縮が期待できる。
- 下水道ポンプの増強：内水による浸水だけでなく外水氾濫にも備えるため、河川の流下能力とのバランスにも配慮しつつ、下水道ポンプの増強を図る。
- 下水道の危機管理システムの構築：特定の氾濫ブロックの異常浸水の際に、被害軽減のため雨水貯留管を活用した危機管理活用の運用ルールを検討する。また、ポンプ運転調整の時間短縮やトータルの浸水被害を低減するため、堤防構造や潮位変動を加味したポンプ運転調整のルールを検討する。
- 雨水貯留施設の改良：放流構造の改良や浸透機能の追加等によりピーク流量のより効果的な低減を図る。現況施設の老朽化に伴う改築時に合わせて施設改良を図ることが効果的である。
- 雨水浸透施設の新設や施設改良（大規模化、浸透機能の付加）：様々なタイプの豪雨に対して浸水の軽減に一定の効果があること、及び地下水涵養にも効果があることから、対策が進むよう家屋の建て替え時に義務化する仕組み等をつくる。
- 保水機能を有する土地の保全：洪水のピーク流量を今よりも増やさないよう、保水機能を有する土地（森林保全、遊休地や空き地の緑化等）の保全に市民や企業の協力を得つつ取り組む。

- 土地の利用規制（遊水機能を有する土地）：現在遊水機能を有する河川沿いの水田・未利用地等を保全し、ピーク流量を今よりも増やさない。
- 日常の維持管理の実施：道路路面排水等の施設が落ち葉等により閉塞しないようにするなど個人・地域レベルで施設の機能保持に努める。

3) 被害を小さくする構造転換

浸水のおそれのある地域では、地域やまちづくりと一体となって住まい方の工夫や施設対策を施すことにより浸水時の被害軽減を図る。

- 地下施設や工場の浸水防止施設（止水板、盛土など）の整備：浸水をした場合に被害が大きくなる地下施設や工場について浸水防止施設を整備する。施設管理者や企業で取り組むことにより、一層の被害軽減が期待できる。
- 宅地嵩上げ・建物の耐水化等：浸水しても被害を小さく抑えられるよう住民や企業で取り組むことにより被害回避・軽減に有効である。ただし、同じ低地地域であっても地域全体の被害軽減の観点から、盛り土に適さない地域があるのできめ細かな情報提供が必要である。（図-3 参照）
- 大規模な安全地域の造成：拡散型氾濫域で低平な地域が広く広がり、高台がない所については、大規模な洪水氾濫を想定し、いざという時のために数メートルの高さの大規模な高台（防災テラス）を造成し、まちづくりを行うことが有効である。特に、海に近い地域にあっては、地球温暖化の進行により勢力を増やした巨大台風による高潮や巨大津波に対する効果も併せて期待できる。事業実施にあたっては、河道掘削や土地区画整理事業が一体となった盛土造成が効率的である。
- 土地の利用規制（用途地域の変更）：地形的に浸水頻度が高く、浸水深が大きくなるおそれがある地域においては、浸水時に垂直避難が可能となるように、用途地域の変更等により住居の高層化を誘導していくことを検討すべきである。

(2) 発災時に被害を最小化する適応策

地球温暖化の進行等で激化する豪雨に対して、流域全体で施設整備を重点的に進めても水害や高潮災害等を完全に防御することはできない。

こうしたことから、発災のリスク低減に併せて発災時に被害を最小化する方を様々な主体が流域内にいる様々な人に対して、それぞれの氾濫・浸水特性を有する地域に応じて適切に実施していく必要がある。

今後、災害が同時多発的に発生する可能性が高まることから、企業や地下施設等の管理者のほか、災害時要援護者施設の管理者等が、それぞれ自らの施設の浸水防止のための計画や避難誘導するための計画をつくり、被害軽減の努力をする必要がある。

そして、犠牲者ゼロに向けて、発災時に被害を最小化するためには、適時適切な避難行動を支援する平時と洪水時における情報提供が重要である。

避難行動については自助・共助が基本（一部、災害時要援護者等公的支援が必要な場合あり）であり、洪水時に安全かつスムーズな避難を行うための意識の啓発、外水氾濫と内水による浸水の両方に対する情報を的確に収集・発信する必要がある。そして、その減災効果を確実なものとするためには、住民の意識向上や避難行動への理解が必要となる。

さらに、発災後の被害を最小限に抑えるため、速やかな救助支援のほか復旧するための手段についても事前に準備しておくことが重要である。

これらの行動を適時確実に実施するため、予め実施すべきことを時系列で整理し、行政組織間で確認しておくことも重要である。

- 情報提供・啓発活動の推進：防災意識の向上による安全かつスムーズな避難行動の向上につなげるため、外水ハザードマップに加え、内水ハザードマップを作成し、公表する。さらに、住民との意見交換を行いながら地域ごとのハザードマップを作成し、避難方法などを一緒に確認することなどにより、防災意識の向上と避難行動の確実性を高める。また、図-3に示すように、流域内のそれぞれの地域が有する保水・遊水機能について、住民等の理解を広め、流域への貢献意識が高まるような環境を醸成する。
- 的確な情報収集・情報発信：鶴見川流域には、貯留施設や地下施設が多数あり、洪水時の各施設の状況や洪水氾濫の危険性をトータルとして把握し、判断につなげることを難しくしている。このため、適時適切な情報発信をすべく的確な情報収集システムを構築する。
- 避難計画の作成：施設整備が完了しても、施設能力を超える大雨を考慮すれば避難は必要不可欠であり、浸水時の被害が大きい地下施設の他、災害時に援護を必要とする人が利用する施設にあつては、避難確保計画を作成し、実践的な訓練を行う。
- 洪水予測と情報周知・共有化：外水氾濫と内水による浸水の両方に対する避難情報を提供することにより避難行動の向上につなげるためには、Xバンド MP レーダ網を用いた河川及び下水道を一体として取り扱う洪水予測システムを導入し、避難に資する情報提供、降雨予測、洪水シミュ

レーションを積極的に検討すべきである。

- 情報提供の手法及び内容の改善：人口稠密地域であるとともに、商業・経済活動のために多くの人々が他地域から日々流入してくるため、住民だけでなく来訪者にも発災時に即時伝達可能な方法を積極的に導入し避難行動の向上につなげる。具体的には、従来の河川情報（雨量・水位・浸水）だけでなく、的確な避難行動を支援するリアルタイム情報（河川水位「氾濫まであと何メートル」、内水浸水状況、避難所への誘導など）の提供を図る。
- 複数の河川からの外水氾濫を受ける地域への適正な情報提供：今後増々激化する豪雨により、複数の河川で外水氾濫が同時に発生する可能性が高まっている。このため、こうした影響を受ける区域については、誤解や誤った避難行動につながらないよう、流域となる河川だけでなく、他河川からの氾濫があった場合の情報を適切に提供するなど対策を講じる。
- 迅速かつ確実な救助：洪水氾濫・浸水している地域で迅速な救助を行うためには、関係機関での情報共有が必要不可欠であり、発生しうる事態やその際の救助方法について検討・整理し、平時から連絡・連携体制を整え合同訓練等を実施する。
- 速やかな復旧行動：氾濫水の速やかなポンプ排水を行うため、排水ポンプ車配置の適地選定や排水方法の検討のほか、ポンプ場の連続長時間運転を可能とさせる体制準備など被害軽減や速やかな復旧に向けた行動がとれるよう平時から体制を整える。

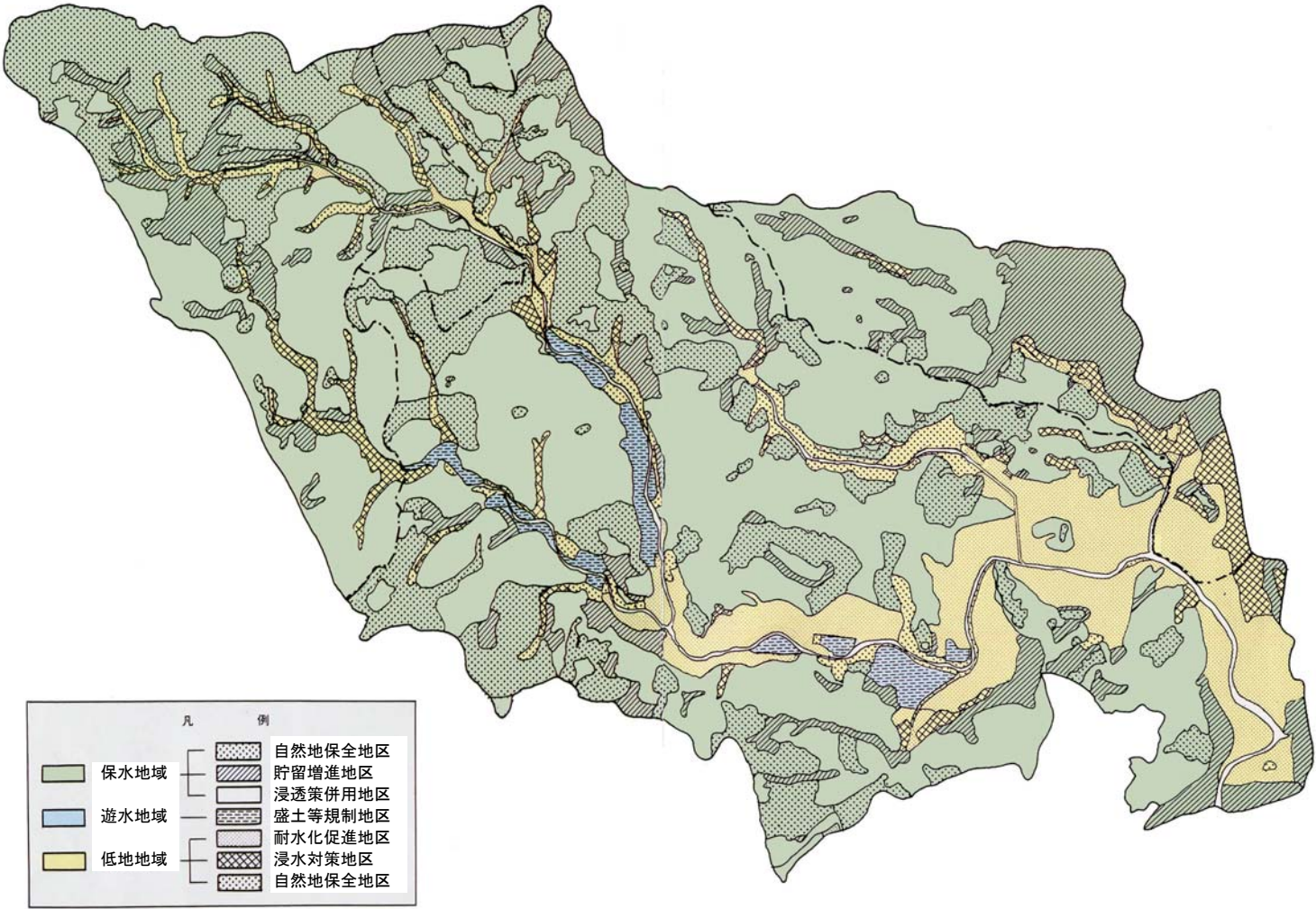


図 - 3 流域貢献のための地域地区区分図（平成元年当時）

5. 適応策ロードマップ作成にあたっての留意点

鶴見川からの氾濫だけに着目するのではなく、流域における浸水にも対処できるように、流域一丸となって**犠牲者ゼロに向けて重層的な対策**を展開していくため、工程と役割分担を明らかにしたロードマップが必要である。その作成にあたっては、次の事項に留意すべきである。また、その際の住民、市民団体、地域、企業、行政が取り組むべき主な適応策メニューとその役割分担は表-2 のようになる。

- 気候変動の影響は既に起こりつつあり、将来さらに激化が予想されるために、気候変動に対しては、短期的に取り組む適応策と中長期的に取り組む適応策がある。
 - 短期的適応策は、“今日にでも発生しうる豪雨”による被害の防除・軽減のために、直ちに取り組むことが有効な施策。（短期：10 年以内）
 - 中長期的適応策は、地球温暖化により激化する豪雨や海面上昇による影響の防除・軽減のための施策。（中期：10 年～30 年、長期：30 年以降）
- 降雨発生から被害発生に至るまでの時間的経過を念頭に置いて、住民、市民団体、地域、企業、行政のそれぞれが有効な対策を実施するという「シームレスな対策」を推進する必要がある。
- 氾濫ブロックによって、実施可能な適応策や優先度の高い適応策が異なることから、実施する適応策の評価を行い効果的な施策群を重点実施すべきである。
- 適応策は、現況の氾濫域のリスクの評価結果を基に、ソフト対策の積極的推進、既存ストックを最大限有効に活用するとともに、広域～局所的及び、短時間～長時間のあらゆる大雨に効果的な対策を先行して実施する必要がある。

表-2 流域・氾濫域で実施する適応策メニュー例と役割分担

整備分類	整備メニュー	役割分担
流域対策	雨水貯留施設等の整備	河川管理者、下水道管理者、自治体、住民
	既成市街地での貯留や浸透施設の整備	自治体、住民
	防災調整池の更新・統廃合	自治体
	雨水貯留施設の改良（機能・効果改善）	自治体、住民
	雨水浸透施設の新設、施設改良（大規模化、浸透機能の付加）	自治体、住民
	保水機能を有する土地の保全	自治体、住民
	遊水機能を有する土地の利用規制	自治体、住民
	情報提供・啓発活動の推進（外水・内水、地域版ハザードマップ、保水・遊水貢献）	河川管理者、下水道管理者、自治体、地域、住民
氾濫域対策	的確な情報収集、情報発信	河川管理者、下水道管理者、自治体
	洪水予測と情報周知・共有化	河川管理者、下水道管理者、自治体
	情報提供の手法及び内容の改善	河川管理者、自治体
	複数の河川からの外水氾濫を受ける地域への適正な情報提供	河川管理者、自治体
	避難計画の作成	施設管理者（地下街、災害時要援護者施設等）
	地下施設や工場の浸水防止施設（止水板、盛土等）	住民、企業、施設管理者（地下街）
	宅地嵩上げ・建物の耐水化	住民、企業、自治体
	大規模な安全地域の造成	住民、自治体
	土地の利用規制（用途地域の変更）	自治体
	日常の維持管理	地域、住民
	迅速な救助・復旧の支援	河川管理者、下水道管理者、自治体

※自治体には自ら実施するもののほか、指導・誘導によるものを含む

※住民には自ら実施するもののほか、開発者が行うものを含む

6. 適応策の推進に関する留意点

適応策の推進にあたっては、以下の点に留意する必要がある。

- 都市化の進展による影響は、新規開発の際の対応である程度低減することが可能であるが、地球温暖化等の影響は場所を問わず全てに共通の課題であり、既成市街地も含め、流域全てにおいて積極的に取り組む必要がある。
- あらゆるパターン的大雨に対して流域の浸水被害を最小化するためには、河川・下水道・流域が連携した治水安全度の向上、土地利用規制や建築規制・誘導を踏まえた水害に強い地域づくり等、従来の総合治水対策をより一層拡充・充実させ、河川・下水道・流域の対策をシームレスに推進していく必要がある。
- ハード整備には、時間を要することから、即時性が高い整備を急ぐとともに、施設の更新時期を考慮して、計画的な施設整備を進める。
- 地球温暖化の進行と併行して、これまで経験したことの無い豪雨の発生や被害の形態が予見される。このため、適応策の取組みは、可能なものから速やかに着手することが望ましいが、一方で、予測の不確実性も踏まえ、地球温暖化に関する最新の予測情報と実況のモニタリングを行いながら計画的に行うべきである。
- 洪水調節施設や地下貯留施設等は、重要かつ効果的な対策であるが、河道とは異なり、施設能力を超えたと同時に、無対策と同じ状態に陥り、周辺に氾濫や急激な変化を引き起こすため、貯留の進行状況や施設の余力状況など洪水氾濫の危険性の見える化が必要である。
- 地球温暖化の進行によりこれまでにない被害が発生しうることから、住民や企業等に対するリスク評価と分かり易い情報発信に努める。

また、適応策を推進するためのインセンティブについても、積極的に検討すべきである。

- 鶴見川流域水マスタープラン参加者（企業、住民等）が実施可能な様々な適応策（保水貢献、減災貢献等）
- 各適応策の実現・促進に向けて必要な法整備やインセンティブ
- “適応策は実施した地域にも効果をもたらす”という支川流域における適応策効果の広報

適応策の実施にあたり、次の事項について、研究または技術開発を更に進めるべきである。

- 建築物や施設など都市内のあらゆる場所での複合的・多目的な雨水貯留施設の設置、税制面や容積率割増等の優遇措置の検討
- 都市内のあらゆる場所で浸透・緑化の方法・技術の開発
- 効率的かつ効果的な情報提供技術の開発（エリア内の同時多数配信など）

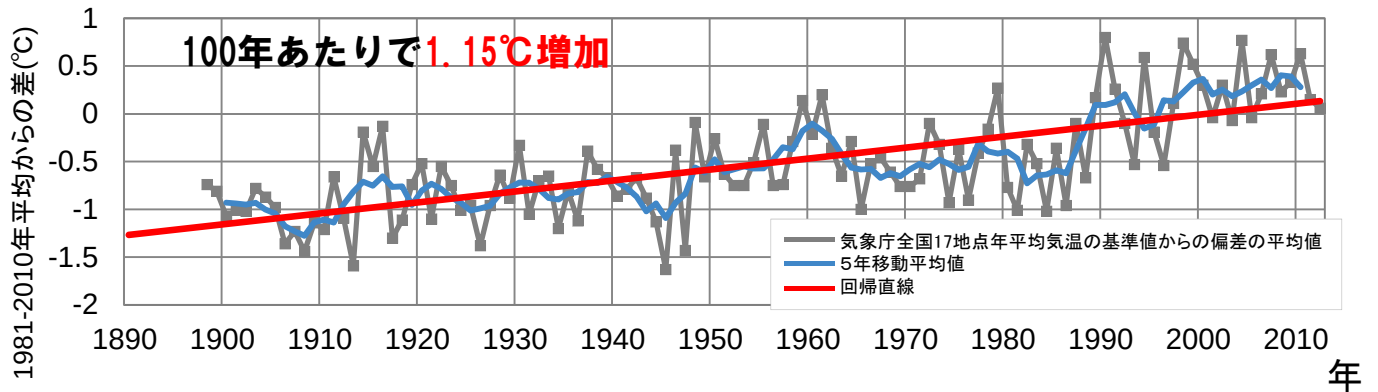
- 浸水・越水防止のため、土嚢に代わる新技術の開発・導入
- 適応策への PFI（民間資金活用）の導入可能性の検討

鶴見川流域における地球温暖化適応策は、流域水協議会で引き続き検討・推進していく必要がある。

都市河川や低平地河川の管理は、行政がリーダーとなり、住民や企業・地域の力と一体となって推進していくことが有効である。

参 考 图

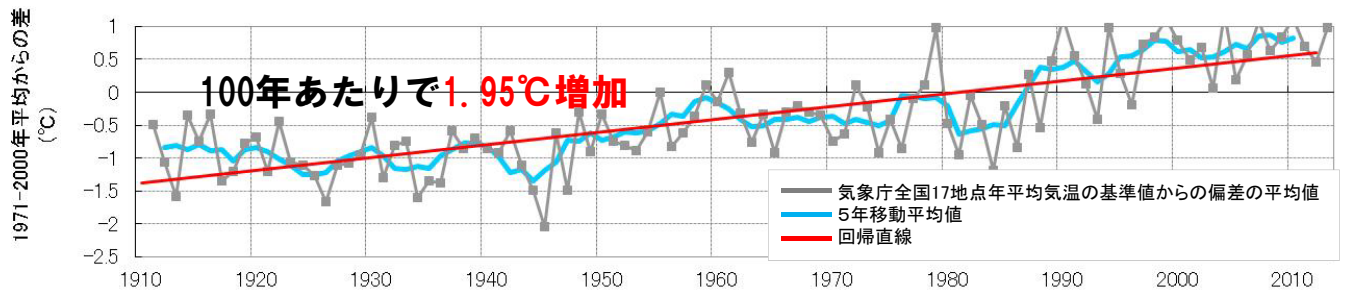
参考図-1 気温の傾向



【出典】全国:気象庁, 気候変動監視レポート2012 (2013.6)

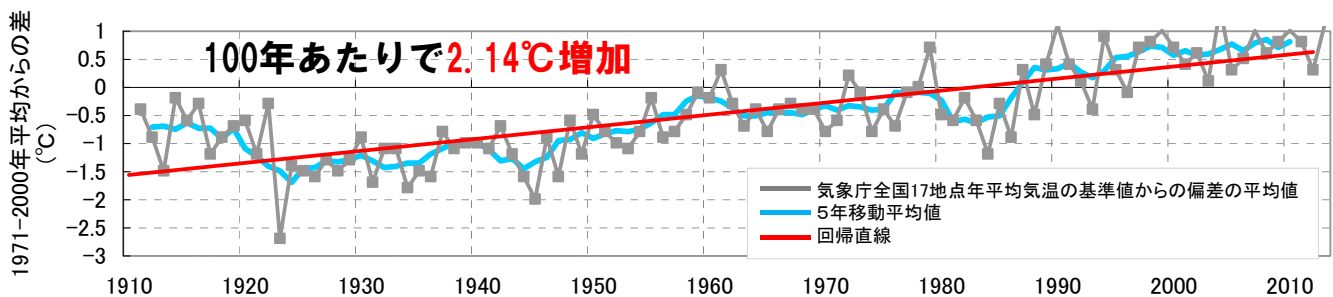
黒線は気象庁の全国17地点の年平均気温の基準値からの偏差を平均した値、青線は5年移動平均、赤線は長期的な傾向を示している。

参考図-1.1 全国の年平均気温の変化傾向



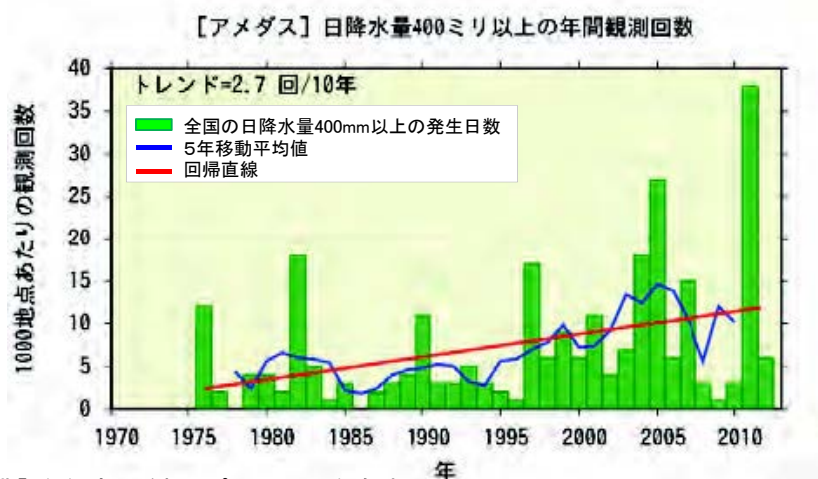
東京、横浜、熊谷、水戸、宇都宮、群馬、銚子の7観測所

参考図-1.2 関東1都5県での年平均気温の変化傾向



参考図-1.3 鶴見川水系(気象庁 横浜観測所)での年平均気温の変化傾向

参考図-2 雨量の傾向(1)



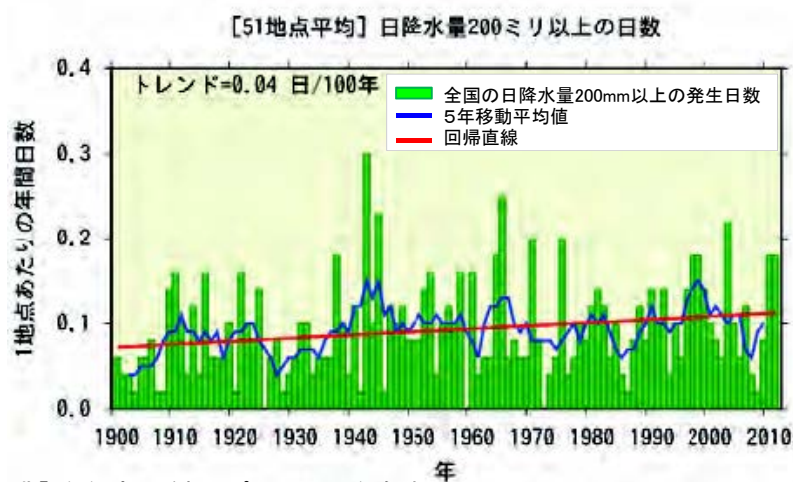
【出典】・気候変動監視レポート2012(気象庁)

全国の日降水量400mm以上の年間発生日数※と5年移動平均値(1976～2012年)

注)大雨の閾値を日雨量400mmとした場合

※1000地点あたりに換算

参考図-2.1 全国アメダス地点での日雨量400mm以上の年間発生回数の変化傾向



【出典】・気候変動監視レポート2012(気象庁)

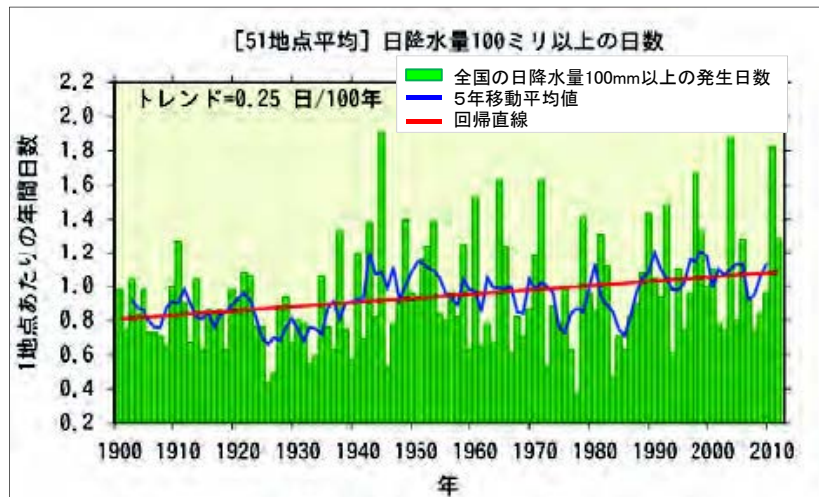
全国の日降水量200mm以上の年間発生日数※と5年移動平均値(1901～2012年)

注)大雨の閾値を日雨量200mmとした場合

※1地点あたり

参考図-2.2 全国アメダス地点での日雨量200mm以上の年間発生回数の変化傾向

参考図-2 雨量の傾向(2)



【出典】・気候変動監視レポート2012(気象庁)

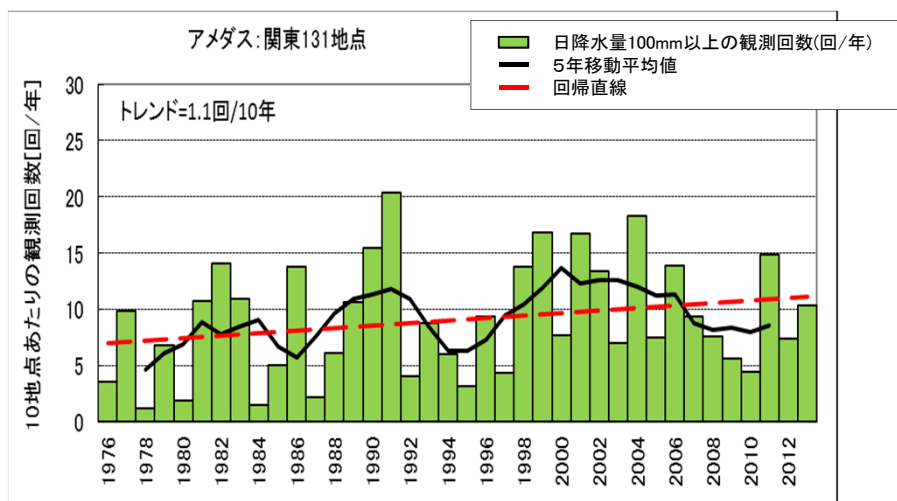
全国の日降水量100mm以上の年間発生日数※と5年移動平均値(1901～2012年)

注)大雨の閾値を日雨量100mmとした場合

※1地点あたり

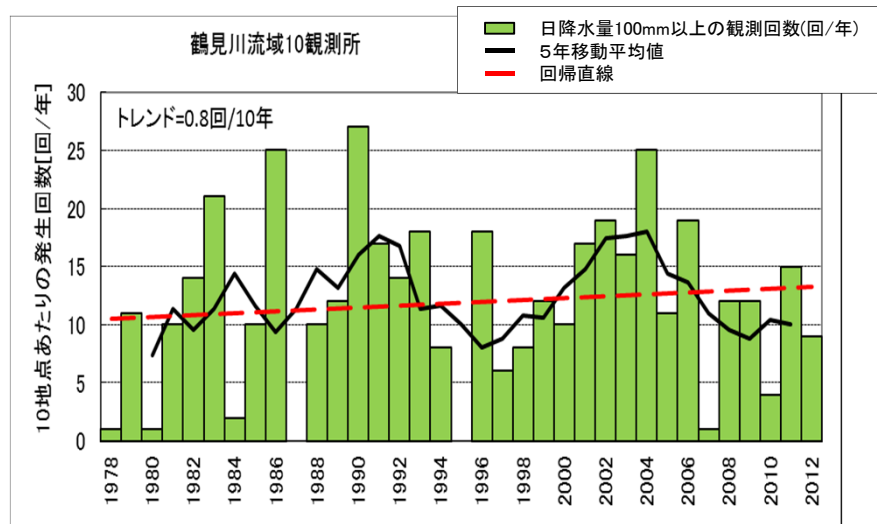
参考図-2.3 全国アメダス地点での日雨量100mm以上の年間発生回数の変化傾向

参考図-2 雨量の傾向(3)



関東での日降水量100mm以上の年間発生回数※と5年移動平均値(1978～2013年)
注) 大雨の閾値を日雨量100mmとした場合 ※131地点合計 有意性検定87%

参考図-2.4 関東地方での日雨量100mm以上の年間発生回数の変化傾向

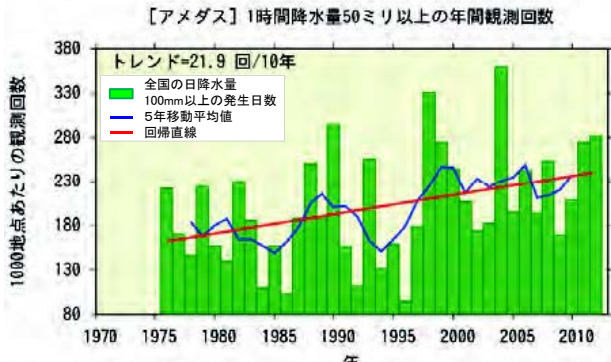


鶴見川流域の日降水量100mm以上の年間発生回数※と5年移動平均値(1978～2012年)
注) 大雨の閾値を日雨量100mmとした場合 ※10地点合計 有意性検定56%

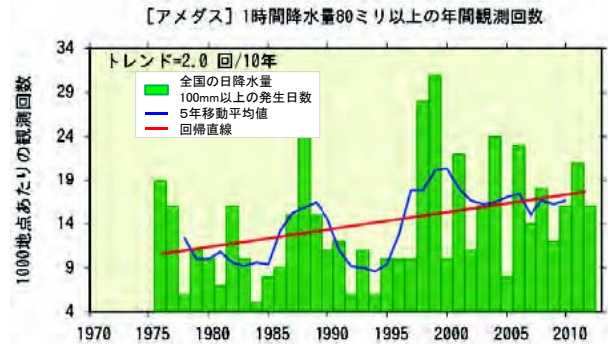
使用観測所: 流域内の国交省および気象庁の10観測所。
ただし、観測期間30年以下の地点は棄却

参考図-2.5 鶴見川流域での日雨量100mm以上の年間発生回数の変化傾向

参考図-2 雨量の傾向(4)



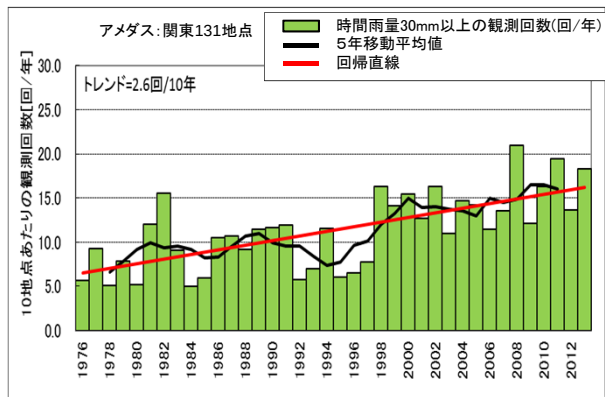
【出典】・気候変動監視レポート2012(気象庁)
全国の時間降水量50mm以上の年間発生回数※と5年移動平均値
(1976～2012年) ※1000地点あたりに換算



【出典】・気候変動監視レポート2012(気象庁)
全国の時間降水量80mm以上の年間発生回数※と5年移動平均値
(1976～2012年) ※1000地点あたりに換算

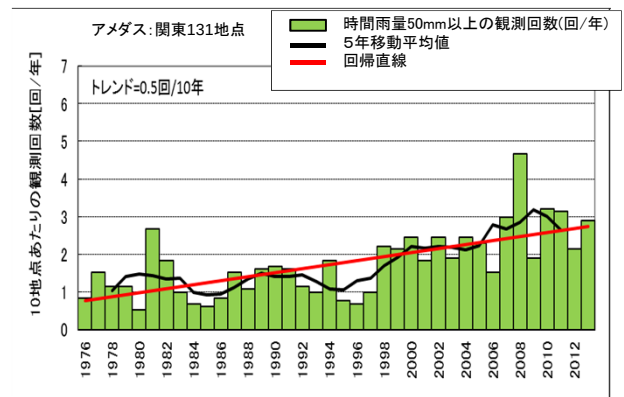
参考図-2.6 [アメダス]1時間降水量50ミリ以上の年間観測回数

参考図-2.7 [アメダス]1時間降水量80ミリ以上の年間観測回数



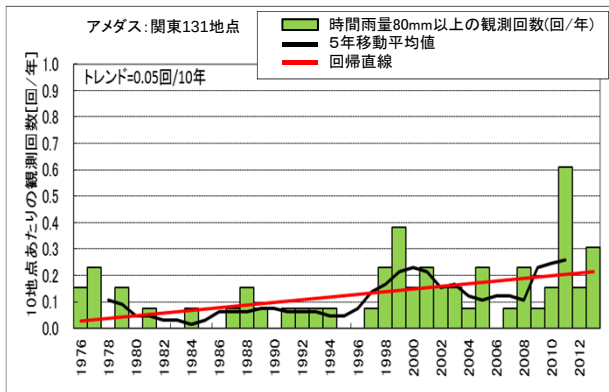
関東地方の時間雨量30mm以上の年間発生日数※
と5年移動平均値(1976～2013年) 有意性検定99.9%
※131地点合計 使用観測所:気象庁HP公開の131観測所。

参考図-2.8 [アメダス:関東]1時間降水量30mm以上の年間観測回数



関東地方の時間雨量50mm以上の年間発生日数※
と5年移動平均値(1976～2013年) 有意性検定99.9%
※131地点合計 使用観測所:気象庁HP公開の131観測所。

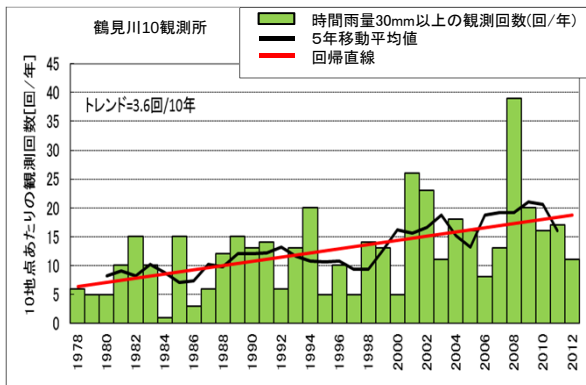
参考図-2.9 [アメダス:関東]1時間降水量50mm以上の年間観測回数



関東地方の時間雨量80mm以上の年間発生日数※
と5年移動平均値(1976～2013年) 有意性検定99.1%
※131地点合計 使用観測所:気象庁HP公開の131観測所。

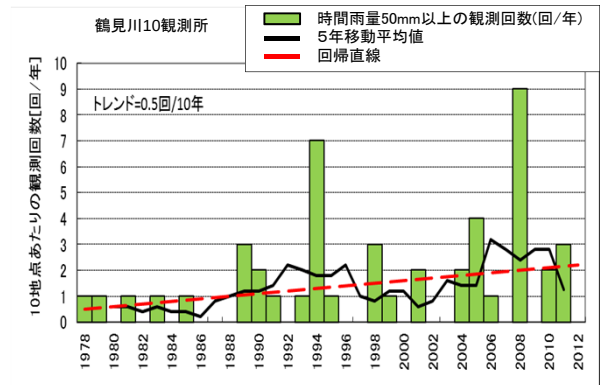
参考図-2.10 [アメダス:関東]1時間降水量80mm以上の年間観測回数

参考図-2 雨量の傾向(5)



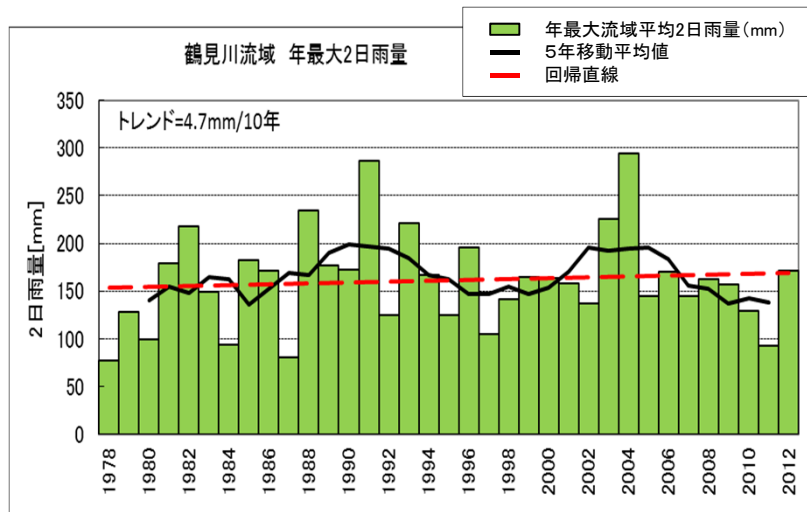
鶴見川流域の時間雨量30mm以上の年間発生回数※
 と5年移動平均値(1978～2012年) 有意性検定99.5%
 ※10地点合計 使用観測所:流域内の国交省および気象庁の10観測所。

参考図-2.11 〔鶴見川流域〕1時間降水量30mm以上の
年間観測回数



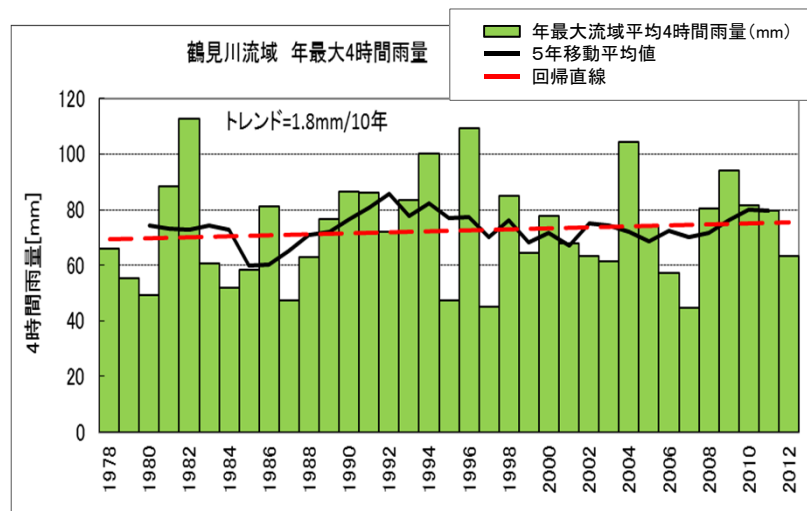
鶴見川流域の時間雨量50mm以上の年間発生回数※
 と5年移動平均値(1978～2012年) 有意性検定65%
 ※10地点合計 使用観測所:流域内の国交省および気象庁の10観測所。

参考図-2.12 〔鶴見川流域〕1時間降水量50mm以上の
年間観測回数



有意性検定41%

参考図-2.13 鶴見川流域の年最大2日雨量の変化傾向(1978～2012年)



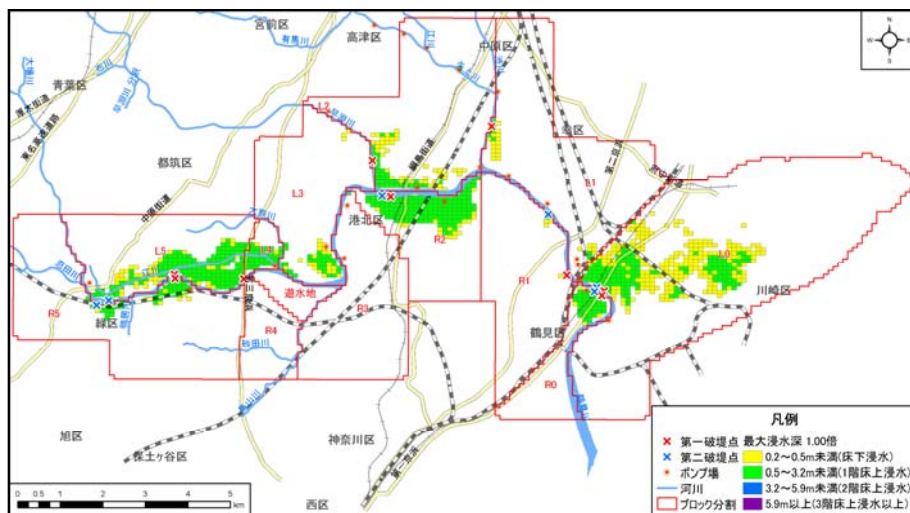
有意性検定43%

参考図-2.14 鶴見川流域の年最大4時間雨量の変化傾向(1978～2012年)

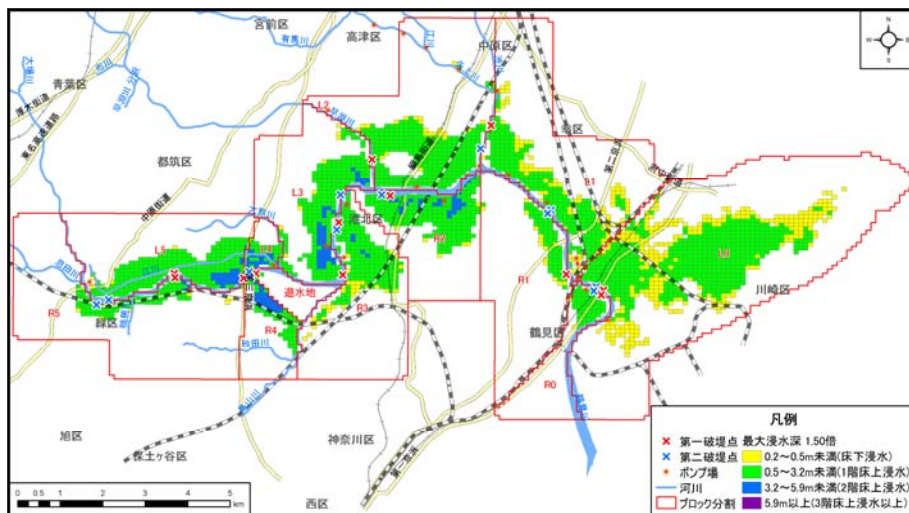
参考図-3 温暖化により激化する豪雨による影響(1)

最大浸水深 降雨1.0倍、降雨1.5倍

【外水氾濫(内水含む)】最大浸水深 降雨1.0倍



【外水氾濫(内水含む)】最大浸水深 降雨1.5倍



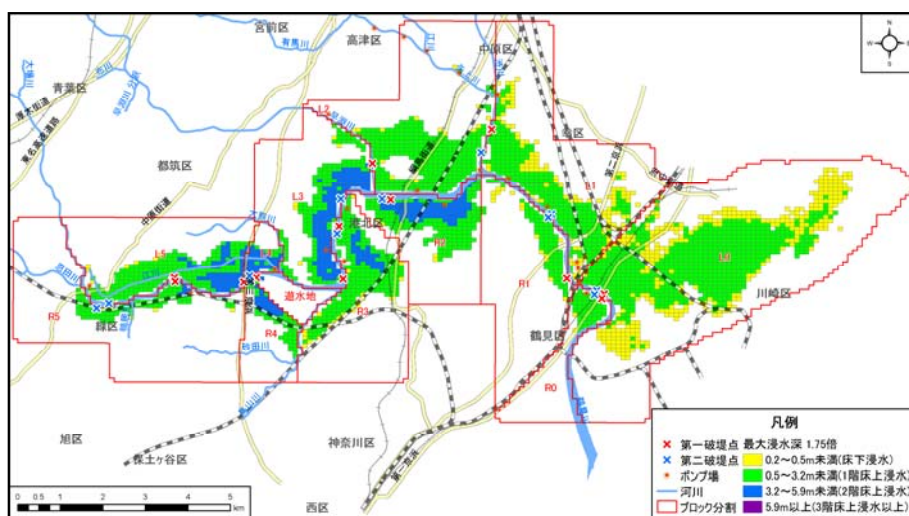
※ 外水氾濫(内水含む)は、各ブロックの破堤計算による最大浸水深の重ね合せ。

参考図-3.1 温暖化により激化する豪雨による影響(最大浸水深 降雨1.0倍、降雨1.5倍)

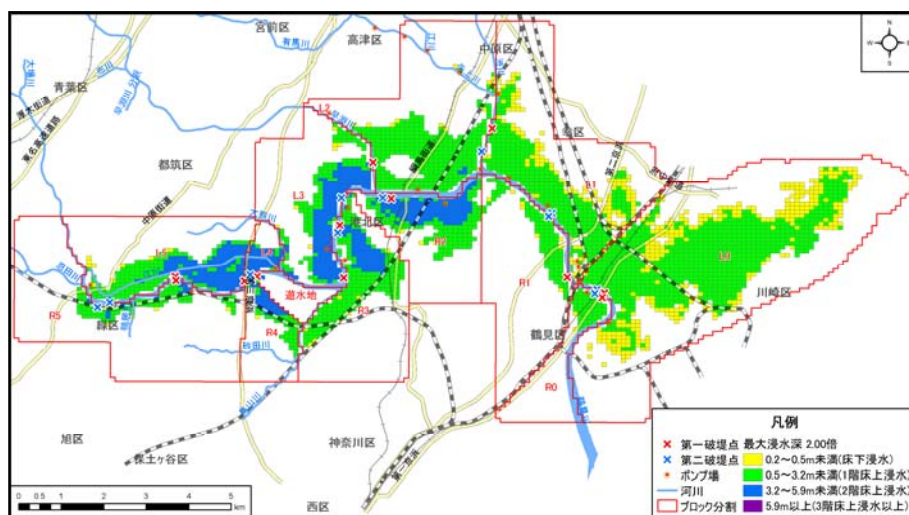
参考図-3 温暖化により激化する豪雨による影響(2)

最大浸水深 降雨1.75倍、降雨2.0倍

【外水氾濫(内水含む)】最大浸水深 降雨1.75倍



【外水氾濫(内水含む)】最大浸水深 降雨2.0倍



※ 外水氾濫(内水含む)は、各ブロックの破堤計算による最大浸水深の重ね合せ。

参考図-3.2 温暖化により激化する豪雨による影響(最大浸水深 降雨1.75倍、降雨2.0倍)

参考表-3

温暖化により激化する豪雨による影響(3)

参考表-3.1 降雨の1.0～2.0倍による氾濫計算結果(外水氾濫(内水含む))

項 目	降雨 1.0倍	降雨 1.25倍	降雨 1.5倍	降雨 1.75倍	降雨 2.0倍
浸水面積	1,537ha	2,775ha	3,256ha	3,629ha	3,853ha
浸水ボリューム	883万m ³	2,892万m ³	4,068万m ³	5,052万m ³	5,916万m ³
浸水区域内人口(夜間)※1	197,640人	358,110人	418,864人	466,949人	493,619人
浸水区域内人口(昼間)※2	176,867人	320,471人	374,840人	417,871人	441,738人
浸水家屋数※3	4.7万棟	8.2万棟	9.7万棟	10.8万棟	11.4万棟
死者数※4	13人	564人	1,011人	1,237人	1,551人
災害弱者施設※5	12箇所	52箇所	90箇所	107箇所	126箇所
地下施設※5	6箇所	31箇所	43箇所	60箇所	64箇所
公共施設※5	21箇所	52箇所	75箇所	84箇所	91箇所
企業本社※5	6箇所	12箇所	17箇所	33箇所	34箇所
オンリーワン企業※5	2箇所	3箇所	4箇所	5箇所	5箇所
被害額※6	6,871億円	2.3兆円	3.4兆円	4.3兆円	5.1兆円

※1 H17国勢調査の人口メッシュデータより算定

※2 横浜市・川崎市の夜間人口・昼間人口の比率を使用して算定

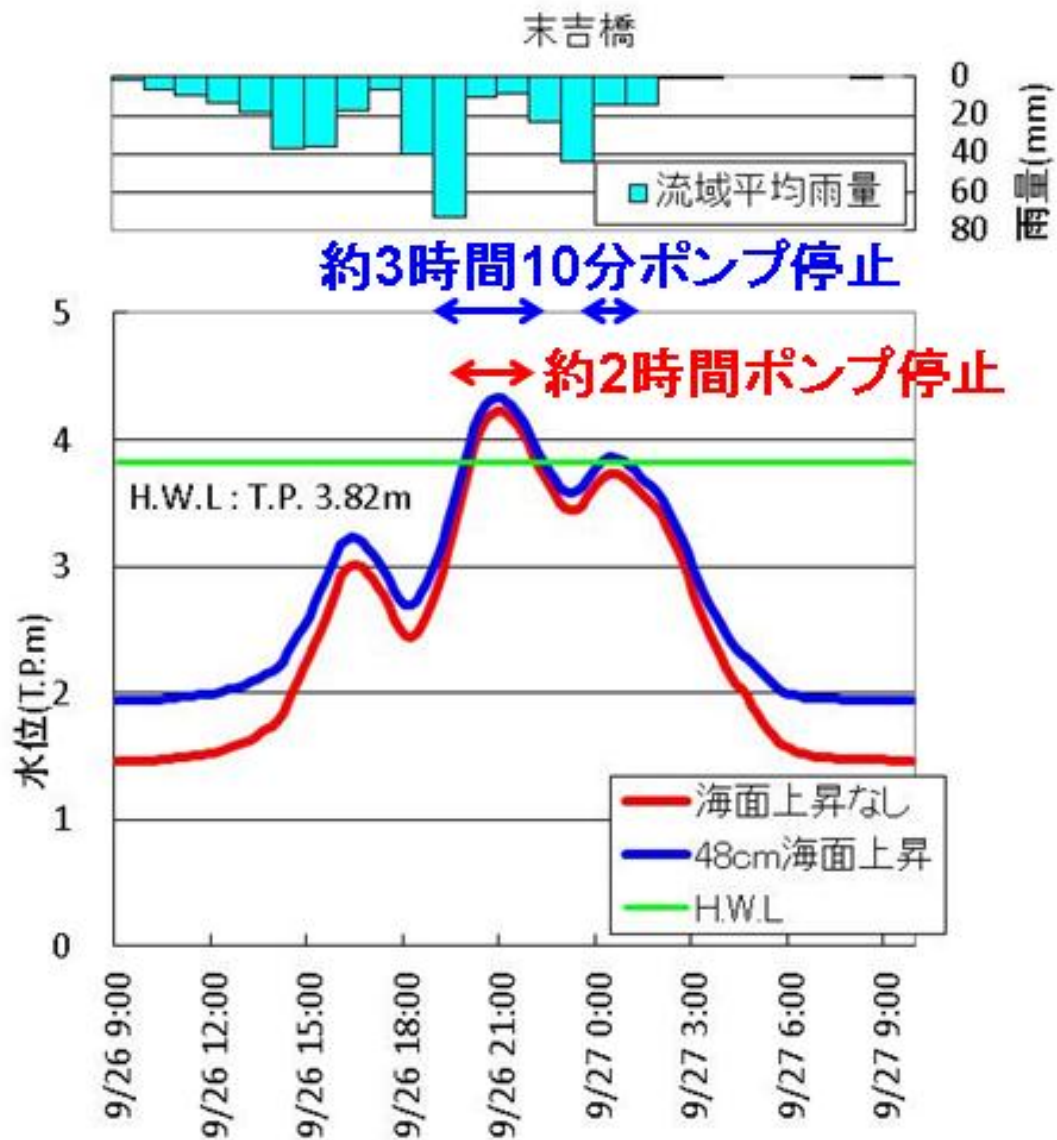
※3 被災世帯数に横浜市・川崎市の家屋数と世帯数の割合を乗じて算定

※4 避難率0%としLIFESimモデルにより算定

※5 歩行困難となる水深50cm以上の施設を抽出

※6 治水経済調査マニュアル H17.4に従い算定、なお公共土木被害において農地・農業用施設は含んでいない

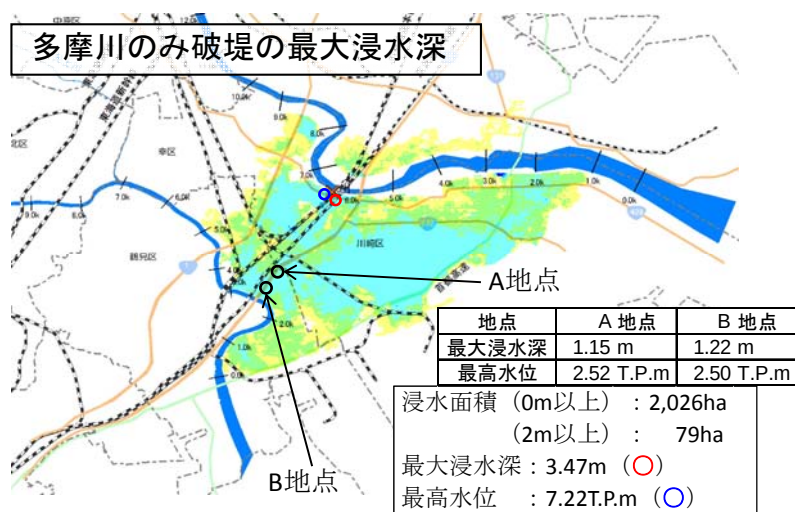
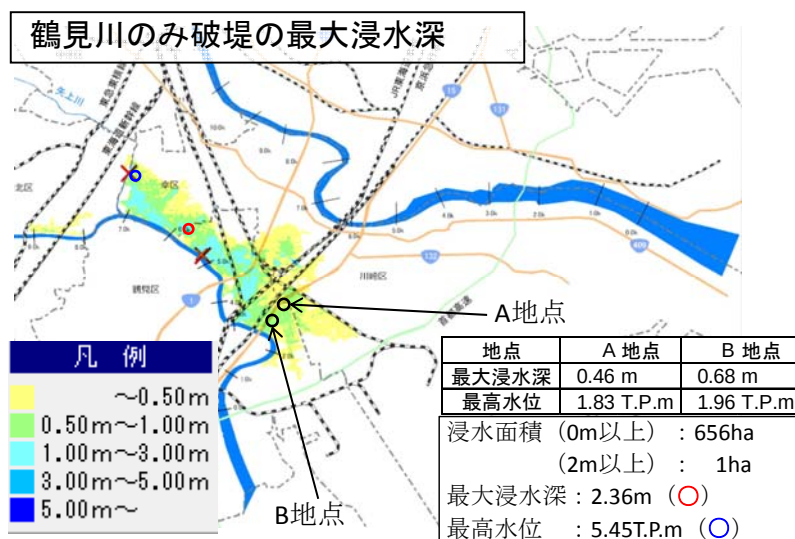
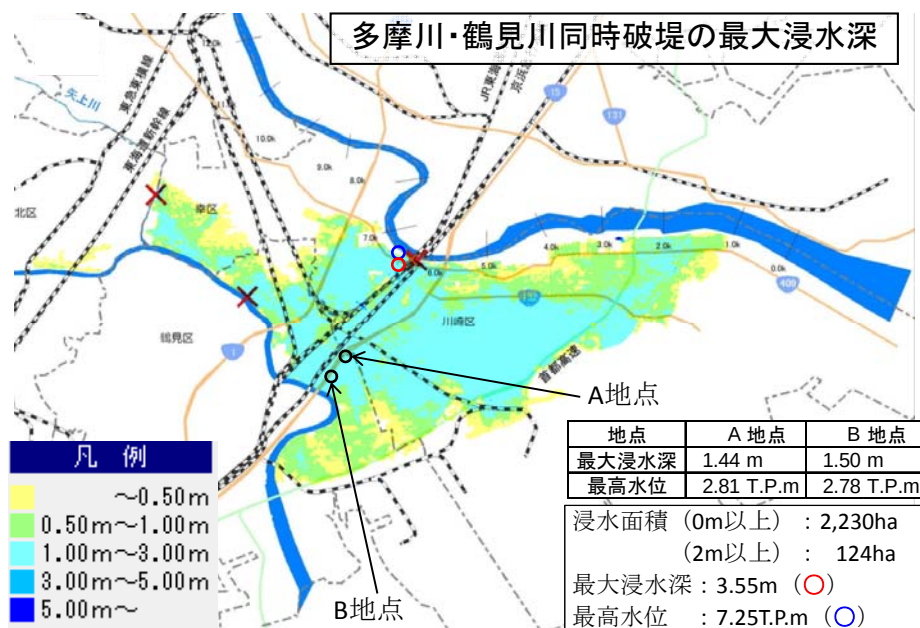
参考図-4 海面上昇による影響



※降雨は狩野川台風実績降雨の1/150引き伸ばし(405mm/2日)
計算水位はH25現況施設の不定流計算水位

参考図-4.1 海面上昇による影響

参考図-5 多摩川の同時氾濫による影響



参考図-5.1 多摩川の同時氾濫による影響
参-11