

# 鶴見川流域の健全な水循環系の構築のための研究

Studies to Establish a Protecting the hydrological cycle in the Tsurumi River Basin

研究第四部 主任研究員 大 谷 徹

研究第四部 次 長 池 内 幸 司

本報告は、平成 11 年 10 月より開催されている「鶴見川流域水委員会準備会」での検討概要を整理したものである。

鶴見川流域の市街化の進展が著しく、流域をとりまく諸課題が存在している。課題としては、依然として悪い水質環境、平常時の流量の減少、緑地等の減少、震災時の防災用水の確保などがあげられる。このような鶴見川流域の諸課題を解決すべく、流域の水循環系の健全化を基本に、高水、低水、環境、危機、利用及びコミュニケーションの各分野におけるマネジメントや具体的な施策を学識経験者、住民団体、沿川自治体及び河川管理者等により策定することとされている。

本研究は、流域水マスター プラン策定の目的の一つである流域の健全な水循環系の構築のため水循環シミュレーションを構築し、流域の水循環の過去、現在、将来の再現及び予測を中心に報告するものである。検討の結果、将来は下水処理水の増大で本川流量は増大するが、支川流量は減少するという結果が得られた。また、支川流量の確保のための具体的な施策の効果は、農地・自然地の保全、雨水浸透施設の設置、地表面における浸透性の向上などで高いことが得られた。

**キーワード：**健全な水循環、水循環シミュレーション、水マスター プラン、流域マネジメント

This Report is a summary of the Review and Overview Report of the "Tsurumi River Basin Water Committee" taking place from October 1999.

The Tsurumi River Basin is significantly urbanizing. As a result, there are many problems that the river basin confronts. Some notable problems include an unchanged poor water quality environment, drop in usual river flow, reduction of greenbelt, etc., and the inability to secure water for fire fighting purposes during a disaster. This indicates a need to resolve the various problems that the Tsurumi River basin confronts. As a first step, there is a need to revive the hydrological cycle in the basin area to a Protecting status. To do this, it is necessary to discuss specific policies and management procedures that extend across various fields including flood control , hydrological cycle, environment, crisis, river use and communications. Scholars, specialists, local agencies, local government with jurisdiction over the river, river managers and other specialists will be organized to define the above topics.

This study intends to create a water circulation simulation model to develop a healthy water circulation system in the river basin. This is also one of the objectives of the River Basin Master Plan. As a result, it will report the past, present and future water circulation system of the basin, reproduce the results and forecast what to expect. The discussion pointed to the fact that the branching river flow will drop or dry-up, though the river flow of the main river will increase as a result of more

sewage processed water in the future. It was also learned that the specific policies to secure a flow level in the branch would be highly effective by enforcing farmland and natural land protection underground infiltration facilities, and improvement of land surface infiltration.

**Keywords :** Healthy Water Circulation, Water Circulation Simulation, Water Master Plan, Basin Management.

1. はじめに

鶴見川流域では市街化が著しく、流域ぐるみの治水対策の必要性は言うまでもなく、依然として水質が悪く、さらには都市化に伴う緑地や生物等の減少、震災時の防災用水の確保など、流域をとりまく多くの諸課題が存在している。

このような鶴見川流域の諸課題を解決すべく、流域の水循環（系）の健全化を基本に、高水、低水、環境、危機、利用及びコミュニケーションの各分野におけるマネジメントや具体的な施策を検討し、流域整備保全の基本となる「鶴見川流域水マスタープラン」が策定されることになった。

検討にあたっては、学識者（表-1）を中心とし、鶴見川流域内の都県・3市（横浜・川崎・町田）の行政委員ならびに事務局合わせて総勢約100名の「鶴見川流域水委員会準備会」（図-1）が設置された。今後の鶴見川流域では、河川流域を中心とした水循環の場において、治水と利水とともに、自然環境・生態系の保全や利用に果たす水の機能が損なわれないなど、水循環における種々のバランスと持続可能な発展が保たれた状態を目指す必要がある。

表－1 鶴見川流域水委員会準備会名簿（学識委員）

Table 1 Tsurumi River Basin Preparatory Committee Directory (Faculty and Members)

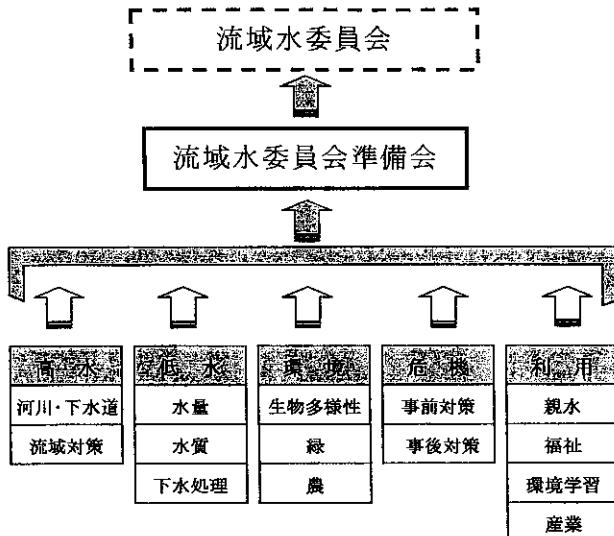


図-1 鶴見川流域水委員会組織機構図

Fig.1 Organization Chart of Tsurumi River Basin Committee

	氏名	専門	所属・役職
委員長	虫明 功臣	土木工学	東京大学生産技術研究所第5部 教授
委員	石川 幹子	緑	慶應義塾大学環境情報学部 教授
〃	大内美智子	教 育	横浜国立大学付属横浜小学校 教務主任及び研究主任
〃	河原 能久	土木工学	香川大学工学部安全システム建設工学科 教授
〃	岸 由二	生 態 系	慶應義塾大学経済学部 教授
〃	絹川 敏彦	産業・経済	東京ガス㈱神奈川支店総務広報部 課長
〃	草野 重芳	市 民 代 表	鶴見川流域ネットワーキング 世話人代表
〃	小林 正美	都 市 防 災	京都大学大学院環境地球工学専攻 教授
〃	櫻井 敬子	法 律	筑波大学社会科学系 助教授
〃	高見澤 実	都 市 計 画	横浜国立大学工学部建設学科 助教授
〃	丹治 肇	農 業 政 策	農水省農業工学研究所広域基盤研究室 室長
〃	長沢 靖之	開 発 計 画	都市基盤整備公団技術管理部 次長
〃	花木 啓祐	水 質	東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 教授
〃	福江 裕幸	マ ス コ ミ	神奈川新聞社 論説委員
〃	柳町 茂	産 業 ・ 経 済	東京急行電鉄㈱都市開発事業部田園都市計画課 課長
行政	東京都(8局11課)、神奈川県(2部8課)、横浜市(9局11課)、川崎市(6局9課)、町田市(7部9課)、土木研究所、関東地方建設局		
事務局	関東地方建設局京浜工事事務所		
〃	財団法人リバーフロント整備センター		

## 2. 背景とねらい

### 2-1 鶴見川流域の変遷

鶴見川は、流域面積 235km<sup>2</sup>、流域内人口 170 万人を抱える典型的な都市河川である。

昭和 40 年代より流域内の開発が急激に進み、それに伴う人口の増加と相まって、昭和 33 年当時は流域内の市街化率は 10%、人口 10 万人程度であったものが、昭和 50 年には市街化率 60%、人口 100 万人を擁し、その後さらに都市化は進み平成 10 年度末現在では、市街化率は 85%にも及んでいる。

このような流域を抱える鶴見川では、河道処理に加えて、流域の開発に伴う流出増加に対応した調節池や貯留施設の設置などの流域対策、又、下水道整備による低地地域の内水対策など、流域と河川が一体となって洪水に対処する総合治水対策が全国に先駆けて昭和 55 年より進められてきた。

平成元年度には「新流域整備計画」が策定され、既に実施された大規模浚渫や大規模築堤工事に加え、横浜市港北区小机地先において、「鶴見川多目的遊水地」の事業が着手され、平成 14 年度概成に向け鋭意施工中であり、本計画の目標となっている戦後最大降雨（昭和 33 年狩野川台風規模）にも対処できる河道整備が進められてきているところである。

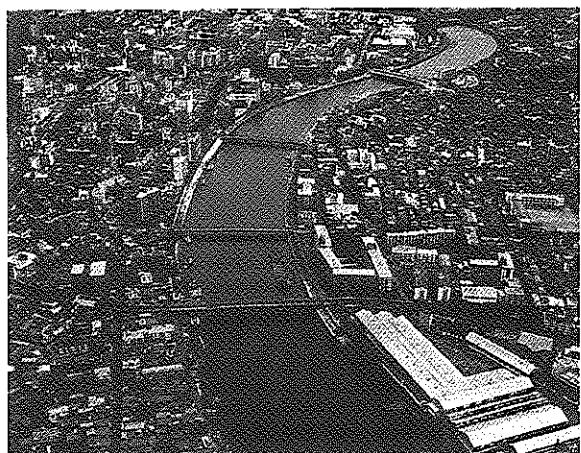


写真-1 鶴見川下流の状況

Photo 1 Bird's eye view of Downstream Tsurumi River

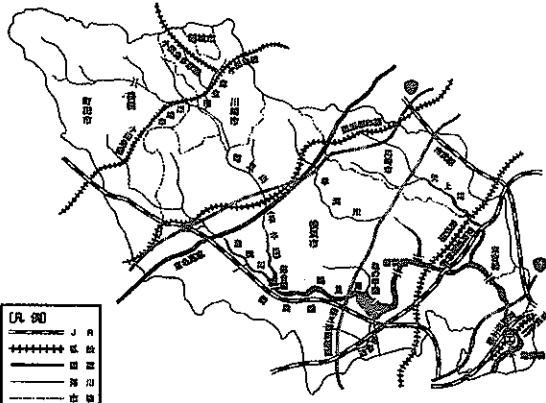
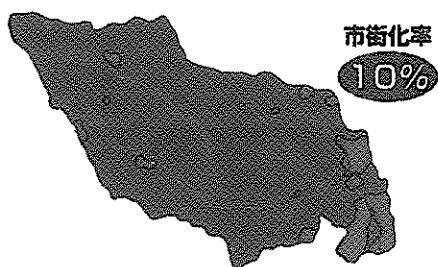


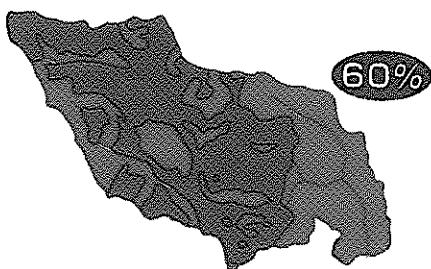
図-2 鶴見川流域図

Fig.2 Tsurumi River Basin

1958 年（昭和 33 年）



1975 年（昭和 50 年）



1995 年（平成 7 年）

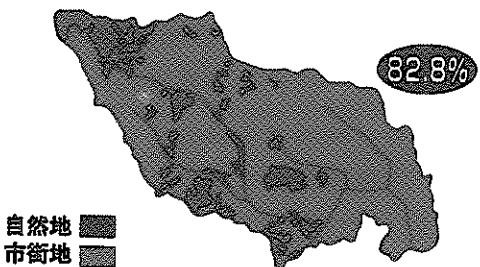


図-3 鶴見川流域の市街地の変遷

Fig.3 Urban Development in the Tsurumi River Basin

## 2-2 全国的な動向

全国的な動向として、河川審議会の答申及び中間報告について紹介する。

- (1) 新たな水循環・国土管理に向けた総合行政のあり方について（河川審議会答申（平成11年3月）より抜粋）

### 4. 新たな総合行政の展開に向けて

#### 4-1 水に関する総合的な体系の確立

##### (4) 水に関する基本的な施策

###### I. 流域における総合的かつ計画的な取組み

水に関する総合的かつ計画的な取組みを、共通の基本理念の下、流域における水に関する全ての主体が行うための枠組みが必要である。また、モデル流域を設定し、試行的取組みを行うことが必要である。

###### 1. 水循環アセスメントの実施

水循環系の現状の把握と負荷・リスク評価のため、水循環アセスメント技法の開発に努め、圏域毎にアセスメントを実施する。さらにアセスメントの成果を流域水マスタートップランに反映させる。

###### 2. 水に関する総合的な計画の作成

流域における地域固有の自然、歴史、生活文化、産業等の地域特性を踏まえた水に関する総合的な施策を位置づけた「流域水マスタートップラン」の作成を行う。また、まちづくりにおいて、河川の持つ特性を活かすため、まちづくりについての総合的な構想の中に、河川を積極的に位置づける。

###### 3. 流域水委員会の設立

地方公共団体、河川管理者等の関係機関、学識経験者、住民や事業者の代表等により構成する「流域水委員会」を流域毎に設置する。水循環アセスメントの実施、流域水マスタートップランの検討等に当たっては、この組織を活用する。

- (2) 流域における水循環はいかにあるべきか  
中間報告（河川審議会総合政策委員会水循環小委員会（平成10年7月）より抜粋）

### 4. 健全な水循環系を構築するための施策の推進

#### (1) 水循環に関する組織の設置及び総合的な水循環マスタートップランの策定

（前略）

水循環系の変化で問題が顕在化している都市域を含む圏域では、関係自治体、各種水路管理者、河川管理者等の関係機関、学識経験者や水循環に関するあるいは関心を持つ市民や事業者の代表から構成される組織（以下「水循環再生会議（仮称）」という）を設け、流域における地域固有の自然、歴史、生活文化産業等の地域特性を踏まえ、水循環の健全化に関して総合的に検討すべきである。特に、過密都市を含む圏域では阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、市街地の中に、身近な水面を回復するとともに、水と緑の自然軸を積極的に回復するための総合的な水循環マスタートップランを緊急に策定すべきである。

（中略）

そして、総合的な水循環健全化の検討や水循環マスタートップランは、河川整備計画、都市計画における「整備、開発又は保全の方針」と「市町村マスタートップラン」、緑の基本計画、下水道整備計画、防災業務計画、地域防災計画等それぞれの計画へ反映していくとともに、策定主体である関係行政機関が連携して実現を図っていくべきと考える。

（後略）

### 2-3 ねらい

全国に先駆けて、総合治水対策を推進してきた鶴見川流域では、さらに構想を進め、流域の水循環を考えた施策に取り組んでいる。

その背景には、流域の都市化や経済活動の効率化にあわせ、個々の施設の機能本位の整備が優先され、環境など他の機能に与える影響への配慮が十分ではなかったことがあげられる。

流域では、緑地や湧水の減少、源流域である谷戸の改変、生物の生息・生育環境の悪化、改善されない水質などの諸問題を抱えている。

治水に主眼をおいた総合治水対策だけでは、

これらの問題をすべて解決することは困難である。そこで、安全・快適で心豊かな生活が確保され、自然環境や生態系の保全に果たす水の機能をできる限り損なわず、そして、人間社会の持続可能な発展が保たれるような、新たな施策を展開する必要があることが、流域の水循環を見直す契機となった。

鶴見川流域マスタープランでは、流域の水循環の健全化を基本に、従来の治水の観点に加えて、高水、低水、環境、危機、利用の各分野における課題を抽出し、実効性のある具体的な施策を策定していくこととされている。

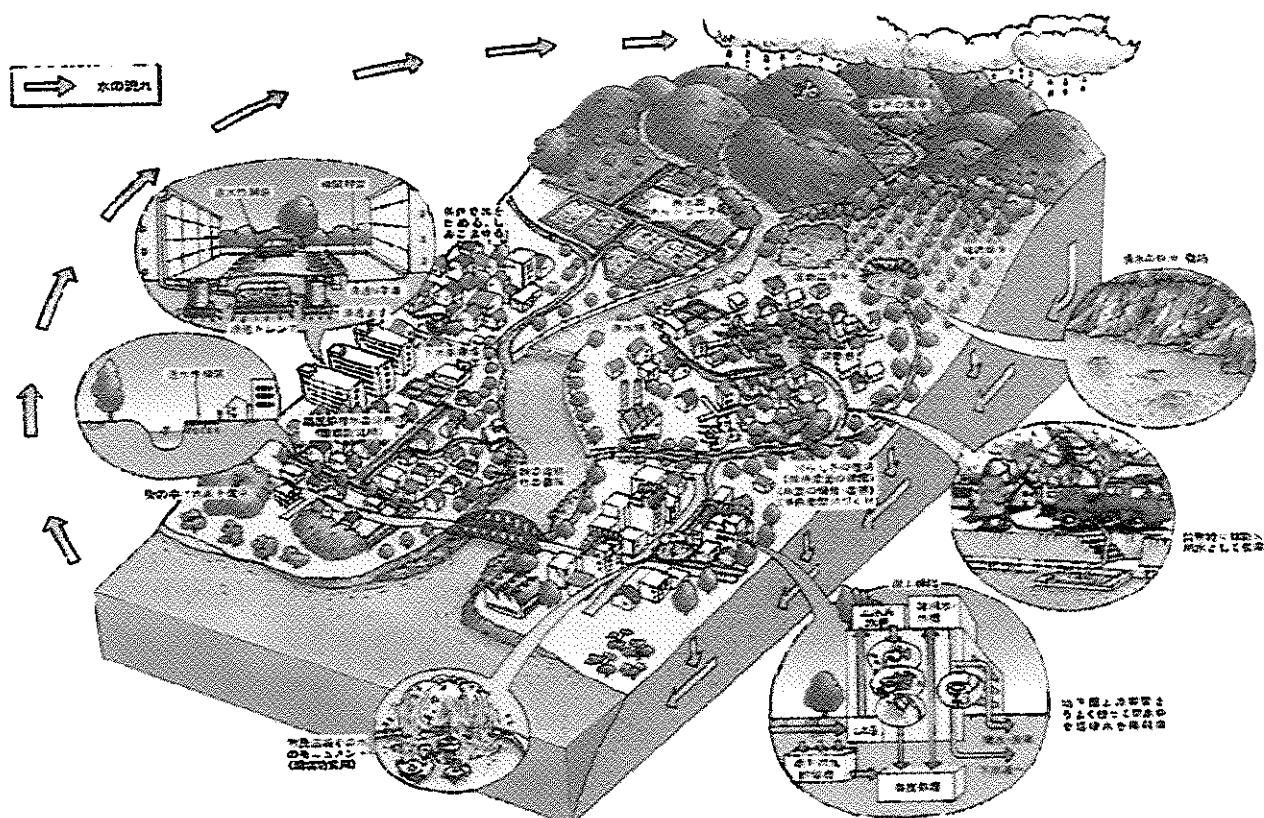


図-4 健全な水循環のイメージ図

Fig.4 Image of Healthy Water Circulation

### 3. 検討の進め方

策定に向けての検討フローを図-5に示す。フロー右側は同時並行的に進める事項で、GISを使った流域情報の整理、水循環モデル

の作成による鶴見川流域の水収支や汚濁負荷収支等の把握、関連法制度、法定計画の整理を行い、マスタープラン策定の基礎資料とするものである。

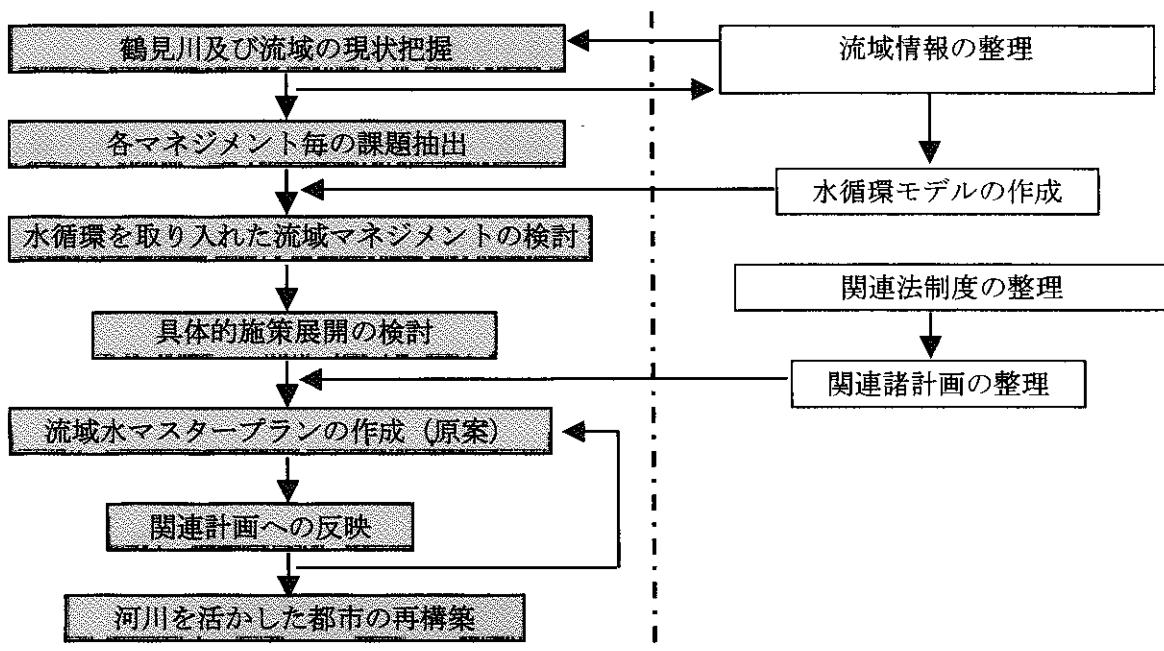


図-5 検討フロー

Fig.5 Study Flow

### 4. 水の総合マネジメントの骨子

5つのマネジメントと各種施策を踏まえた総合的マネジメントの骨子を図-6に示す。

高水マネジメントでは、総合治水対策の推進、小流域毎の特性に応じた治水対策、新しい河川の管理と整備などの方向性を示す。

低水マネジメントでは、水循環として、保水・浸透機能の保全・回復、水資源の適正利用、水ネットワークの構築、地下水の保全などの方向性を示す。水質として、流域からの汚濁負荷削減、下水処理水場放流水による河川水の水質改善などの方向性を示す。

環境マネジメントでは、生物の多様な生息・

生育環境の回復・創出、生態的ネットワークの保全・回復、まちづくり事業等における調整、市民の参加による環境管理の方向性を示す。

危機マネジメントでは、川の防災機能の再評価と活用、川の防災拠点の設置、防災拠点等でのまちとのネットワークなどの方向性を示す。

利用マネジメントでは、水系の連続性、水辺の個性を活かした親水・景観・散策・学習・福祉等の利用、地形・歴史を活かした土地利用などの方向性を示す。



図-6 水の総合マネジメントの骨子

Fig.6 Framework of General Water Management

## 5. 策定のための新たな技術的取り組み

### 5-1 水循環モデルの構築

#### (1) モデル概要

鶴見川などの都市河川の平常時流量は、図-7に示すように、降雨の河川流出だけでなく、生活雑排水や農業還元水などが含まれ、人工的な影響を大きく受けている。また、地下水も上水道の漏水、下水管への浸出、生活用水や農業用水などの井戸取水などの影響を受け、非常に複雑な構造となっている。一方、洪水時は流域の土地利用の変化や、河川・下水

道などの整備状況により河川への流出量が大きく変化する。このように、都市域の水循環を把握するためには、降雨量・地形・地質などの自然条件のほかに、土地利用・人口・下水道整備・地下水利用など人工的な影響を評価できるモデルの構築が不可欠である。

今回適用したモデルは、一般に包括型物理モデル（SHERモデル）と呼ばれるもので、流域全体を水文特性が似かよった地域（流域）に分割し、各ブロック毎の流出を物理現象として捉え計算を行うものである。入力パラメ

ータは、降雨量や地質分布などの自然条件と、人口や下水道整備などの社会条件からなり、現地調査結果や各種統計資料から設定した。

本検討では、鶴見川流域 ( $235\text{km}^2$ ) を 55 分割し計算を行った。

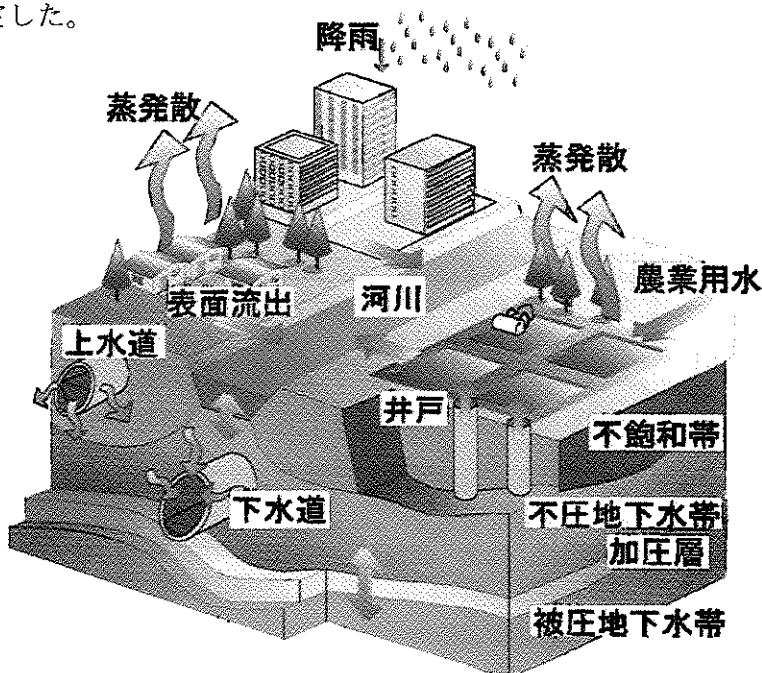


図-7 都市域の水循環

Fig.7 Water Circulation in the City

## (2) モデル再現性の検証

1994（平成 6）年から 1998（平成 10）年までの 5ヶ年間の検証計算を行った。河川流量は連続データのある 6ヶ所、地下水位は同じく連続データのある 3ヶ所で検証している。その結果、河川流量は、各年ともに平水流量以上で若干の誤差があるものの低水流量及び渇水流量での適合性はよく、地下水位も変動傾向がほぼ一致しており、本モデルは低水管理ツールとして十分適用可能であることが示せた。図-8 に、検証期間のうち平水年（1996 年）の浅山橋（恩田川）地点における河川流量の実測値と計算値の比較図を示す。

## (3) 予測計算結果およびその検討

本モデルを用いて、過去及び将来を予測し、現況との比較を行った。各想定ケースを表-2 に示す。

表-2 各想定ケース

Table 2 Various Assumed Cases

ケース	想定年次	人口	市街化率
過去	昭和 20 年代	18 万人	7.5%
現在	1996 年	179 万人	68.8%
将来	95%開発時	242 万人	95.0%

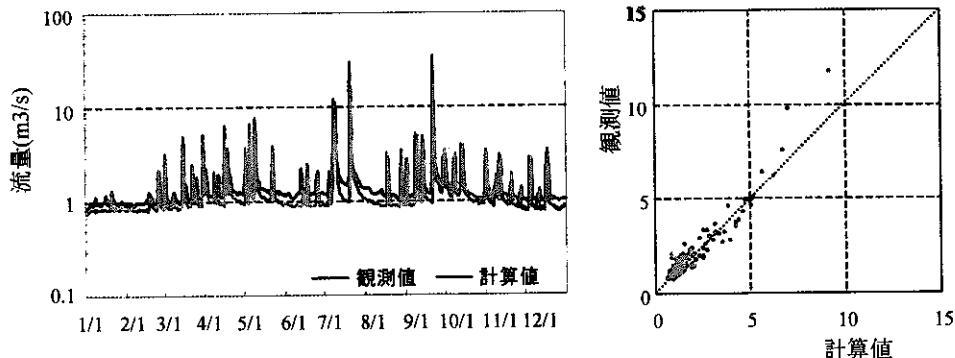
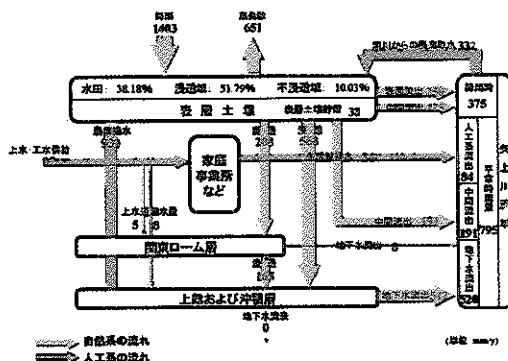


図-8 河川流量検証結果（恩田川：浅山橋地点／1996 年）

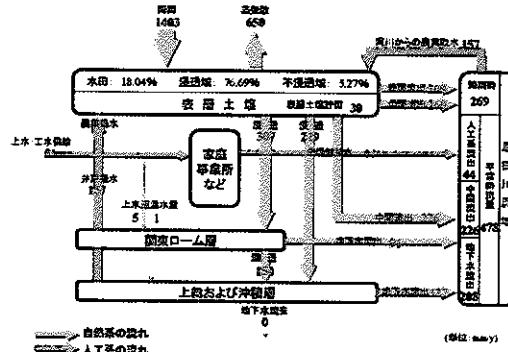
Fig.8 Results of River Flowrate Studies(Onda River : Asayama Bridge/1996)

水の流れる経路と、各要素の年間総量を模式的に表したもののが年間水収支図である。モデル計算の結果を年間水収支図として整理することにより、私たちの使う水や河川を流れる水が、何処からどの程度運ばれてくるのかが把握され、水循環をシステムとして定量的

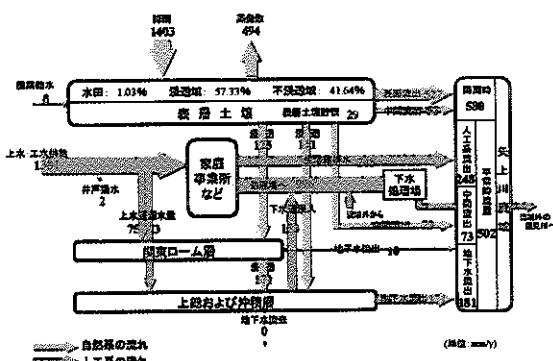
に評価することが可能となる。図-9及び図-10は、鶴見川の代表的な支川の流域として、現況で最も市街化が進行している矢上川流域と、今後市街化が進むと予測される恩田川流域における年間水収支図である。



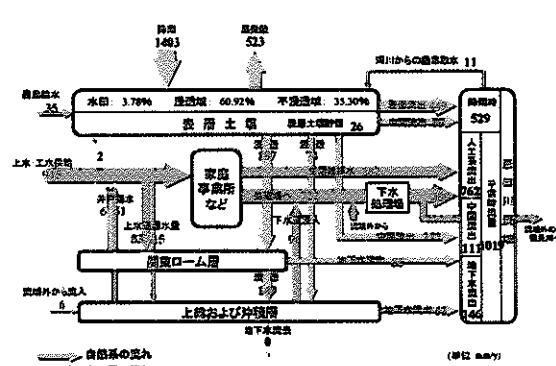
(a) 過去～昭和 20 年代



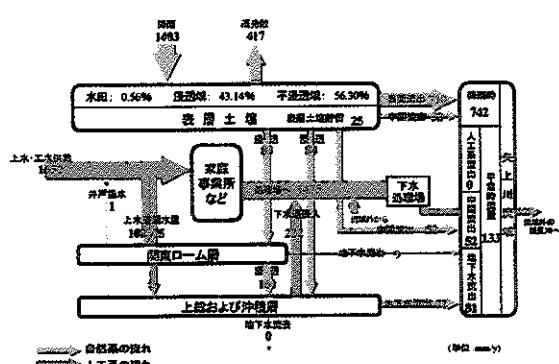
(a) 過去～昭和 20 年代



(b) 現況～1996 年頃



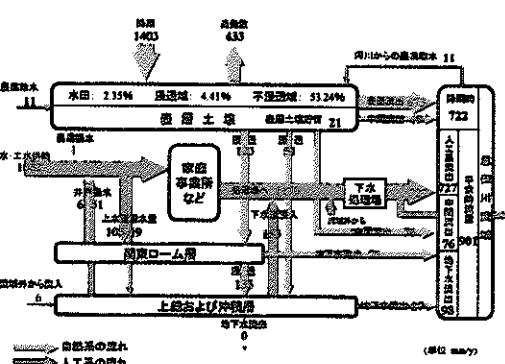
(b) 現況～1996 年頃



(c) 将来～95%開発時

図-9 矢上川の水の収支

Fig.9 Water Balance of Yagami River



(c) 将来～95%開発時

図-10 恩田川の水の収支

Fig.10 Water Balance of Onda River

この年間水収支図をもとに、各流域において将来の顕著な問題点を過去・現在と比較すると、以下のような点が挙げられる。

#### 【矢上川流域】

- 河川へ流入する清流成分（地下水や湧水）の水量が少ない。
- 流域外から多量の水が導入されている。
- 降雨の浸透量が減少する一方で、表面流出量が増加する。
- 下水処理水が流域外にバイパスされており、平常時流量が少ない。

#### 【恩田川流域】

- 河川へ流入する清流成分の水量が少ない。
- 流域外から多量の水が導入されている。
- 降雨の浸透量が減少する一方で、表面流出量が増加する。
- 井戸揚水量が流域内で最も多い。
- 下水処理水の占める割合が多く、河川水質は下水処理水の水質に支配される。

- 鶴見川全流域で共通の問題点
- 各小流域で特徴的な問題点

#### (4) 水循環保全施策案の抽出

(3)で示した各問題点に対し、その対策案と考えられる施策項目のメニューを抽出した。水循環保全施策としては、下記に示す4つの大きなグループに分けられる。各問題点との関係を図-11に示す。

#### 【保水・浸透機能の保全・回復】

- 農地・自然地の保全
- 雨水浸透施設の設置促進
- 地表面における透水性向上（新規開発地での裸地率の導入）

#### 【地下水の保全】

- 支川・水路の河岸等の透水性向上
- 下水管への浸入水防止
- 地下水の適正利用

#### 【水資源の適正利用】

- 雨水利用による水需要の削減
- 節水による水需要の削減

#### 【水ネットワークの構築】

- 河川・池・水路のネットワーク化
- 下水処理水の有効利用

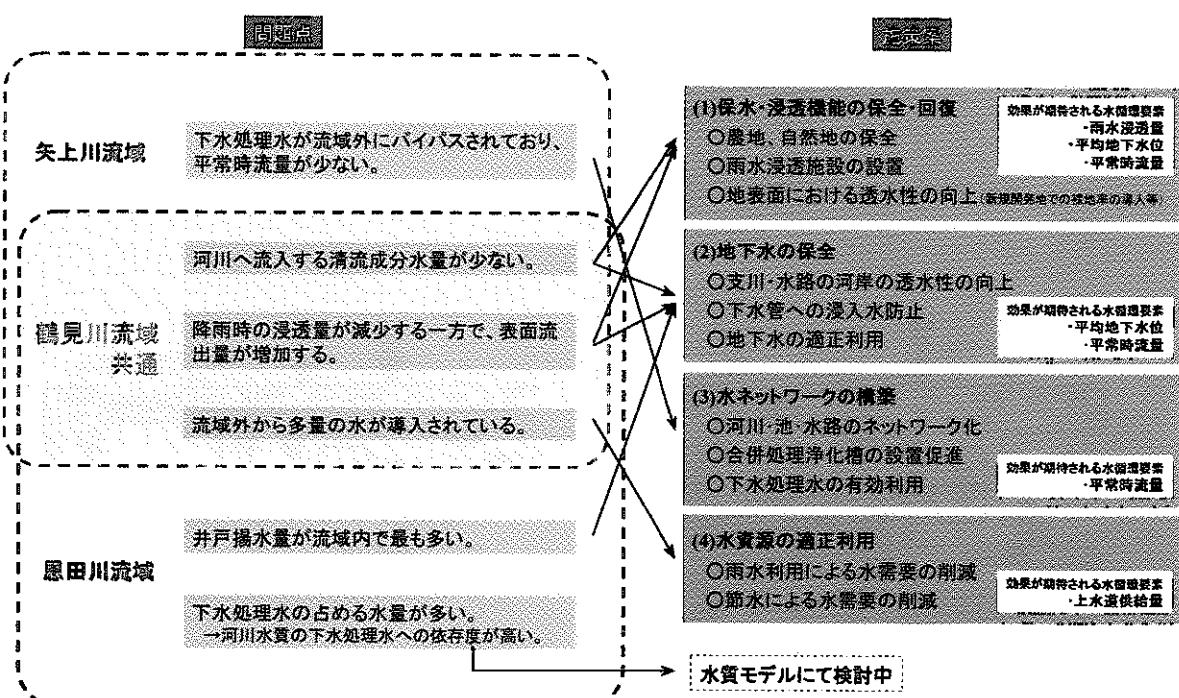


図-11 問題点とその対策案

Fig.11 Problem Areas and Suggestive Measures

## (1) 保水・浸透機能の保全・回復

### 農地・自然地の保全

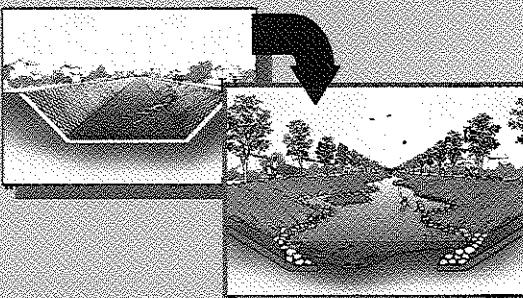


#### 【将来のモデル予測設定条件】

現況での農地・自然地部分が将来でも存置されるものと想定し、水循環モデルを用いてその効果を算定する。

## (2) 地下水の保全

### 支川・水路の河岸等の透水性向上



#### 【将来のモデル予測設定条件】

支川・水路の河岸等の透水性向上(ポーラス化等)により、地下水と河川水が自由にやりとりできる状態を想定し、その効果を試算する。

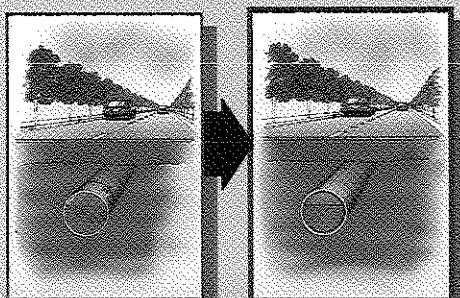
### 雨水浸透施設の設置



#### 【将来のモデル予測設定条件】

屋根や道路の不浸透面積を対象に、雨水浸透施設の設置を想定する。全域への設置は困難なため、先進自治体の事例により、対象地域の50%に設置した場合の効果を算定する。

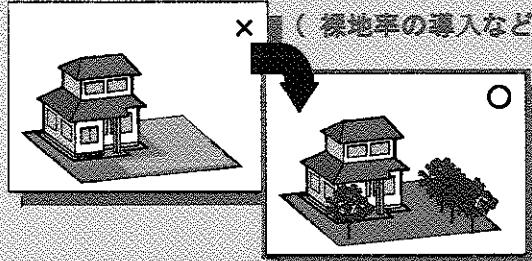
### 下水管浸入水の防止



#### 【将来のモデル予測設定条件】

統計資料から、処理場へ流入する水量のうち約15%程度が地下水浸入水であると考えられているが、浸入水防止策により5%程度に低減させたケースを想定し、その効果を試算する。

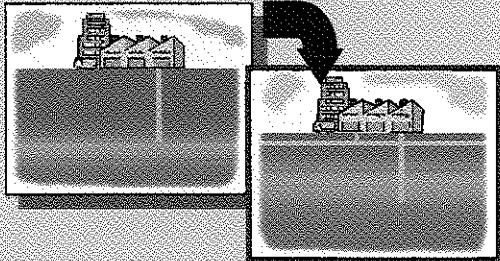
### 地表面における透水性向上



#### 【将来のモデル予測設定条件】

水循環モデルで将来予測した際は、開発される地域には低層住宅が建設されると想定し、不浸透面積率を約50%と設定している。将来、土地変更の適正化が行われることにより保水・浸透機能の回復がされたケースを想定し、不浸透面積率を0.25としてその効果を試算する。

### 地下水の適正利用



#### 【将来のモデル予測設定条件】

将来、井戸揚水量が半減させたケースを想定し、その効果を試算する。

### (3) 水ネットワークの構築

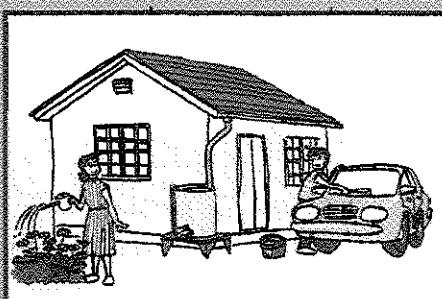


【将来のモデル予測設定条件】

水循環モデルを用いて将来予測を行った結果、本川と支川の比流量の格差が大きいことがわかった。そこで、本川及び支川の比流量が同程度となるような水ネットワークが構築されたケースを想定し、その効果を試算する。

### (4) 水資源の適正利用

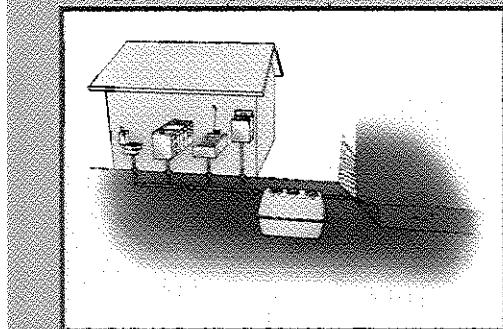
雨水利用による水需要の削減



【将来のモデル予測設定条件】

人口密度の高い、天王川流域と本川下流域で上水道使用量が多い。雨水利用により5%の上水道使用量の削減がなされたケースを想定し、その効果を試算する。

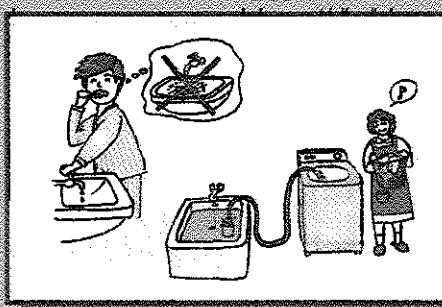
合併処理浄化槽の設置促進



【将来のモデル予測設定条件】

現況の下水道未整備区域に対して、将来は合併処理浄化槽が設置され、下水道に接続しないケースを想定し、その効果を算定する。

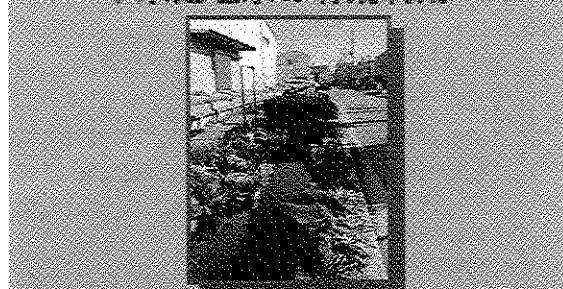
節水による水需要の削減



【将来のモデル予測設定条件】

節水意識の向上や節水機器普及により、10%の節水がなされたケースを想定し、その効果を試算する。

下水処理水の有効利用



【将来のモデル予測設定条件】

写真是、都筑下水処理場で高度処理された水を流している「江川せせらぎ水路」である。将来、平常時流量の乏しい支川へ処理水を導水したケースの効果を試算する。

## 6. 水循環保全施策の効果比較

5で示した各水循環保全施策について、その定量化を行った。指標として、「雨水浸透量」「平均地下水位」「平常時流量」「上水道供

給量」の水循環要素をここでは挙げている。図-12に示す値は、将来（95%開発時）における各施策の効果量である。

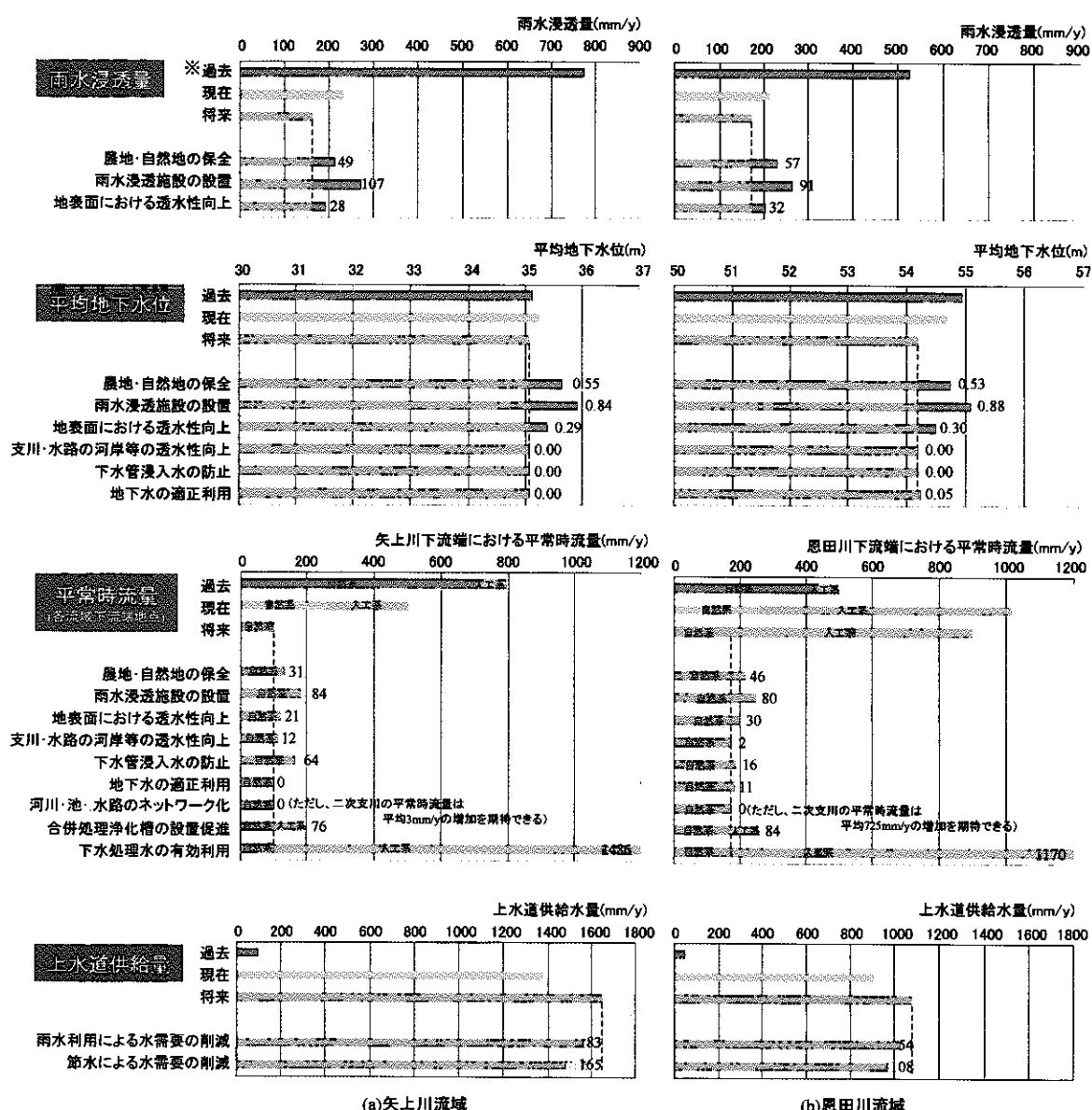


図-12 水循環保全施策の効果比較  
(過去／昭和20年代 現在／1996年頃 将来／95%開発時)

Fig.12 Comparing the Effects of Water Circulation Protection Facilities  
(1940's in past, around 1996 in present and upon 95% development in future)

## 7. 今後の課題

以上のように、水循環モデルにより、施策効果の定量化が可能となっているがあくまでモデルによる推測である。今後は、目標達成度、経済性、実行性、関連諸制度の検討などから、総合的に施策を評価していく必要がある。

また、流域を数百メートルメッシュに分割して、さらに詳細な検討を行うための分布物理型水循環モデルを構築し、将来的には水循環アセスメントに活用していくことが考えられる。

## 8. 水マスターplanの今後の進め方

鶴見川流域水マスターplan策定に向け、現在までに4回の準備会及び1回の現地視察・意見交換会が行われてきた。準備会においては、流域内の様々な課題・問題点の抽出が行われた。第3回、第4回の準備会の中では新たに分科会が設けられて、小流域毎の検討がわれ、学識経験者・市民の代表者・行政が同じ机の上で、それぞれの資料を持ち寄り、今後の鶴見川流域の健全化に向けての話し合いが行われている。

また、小流域毎の検討だけでなく、マネジメント毎の検討として、流域内の水収支が定量的に表現できる水循環モデル、洪水時の流域内の浸水状況を視覚的に表現できるシミュレーションモデル（地下街浸水等）の作成を進めてきており、それを用いて今後、検討されていく。これらの他に、危機管理として、地震時の火災の延焼を抑制するための河川・水路の役割を表現できるモデルの作成、水マスターplan策定のために必要な法制度関連研究会の立ち上げ等も準備会の中で行われていく予定である。

さらに、数回の準備会を重ね、提言書を作成したのち委員会へ移行し、より具体的な議論が行われていく予定である。

提言書は、以下の項目での構成が検討され

ている。

- (1) 必要性
- (2) 基本方針・目標
- (3) 施策の概要
- (4) 流域（平面）計画
- (5) 行動主体
- (6) 規制とインセンティブ政策
- (7) モニタリングとフォローアップ体制
- (8) 課題

この「水循環系の健全化」を理念とする水マスターplanの作成と今後の実施内容は、行政部局間の連携・協働の意味でも、住民参加型の地域社会づくりの意味でも、壮大な社会実験といえる。

今後は、困難な作業が伴うことは必至であるが、各委員の方々の御尽力のもと、全国に先駆けて水循環マスターplanが鶴見川で発信できるものと確信している。

### <参考文献>

- 1)建設省京浜工事事務所・財団法人リバーフロント整備センター（2000）：鶴見川流域水マスターplan策定流域水委員会準備会資料（第1回～第4回）