

# 低平地における 雨水排除計画 策定について

淀 智 | (株)日水コン 設計2課長

## 1. はじめに

全国の主要都市の大半は沖積平野の下流部にあり、海拔0 m以下地帯の低平地に位置している。このため、高潮時の災害の可能性が強いばかりか、雨水や雑排水の排水は全てポンプによる近傍の河川や海への人工的な強制排水の形態をとらざる得ず、自然排水可能な区域より建設費等の事業費が大きくなる傾向にある。又、これらの主要都市は多くの資産が集中しており、一度、浸水が生じればその想定被害額は甚大橋まらないものと想定される。

水害を防止する事業は大きく河川の治水事業と下水道における雨水排除事業に分類でき、それぞれの事業目的は一般に以下の様に捉えることができる。

- ・河川の治水事業——河川の堤防、河道を頑強にあるいは大きくすることにより堤内地への河川水の氾濫を防止する。但し、低平地の中小都市河川は下水道と同様堤内地の浸水防除も主目的の1つとしている。

- ・下水道の雨水排水事業——堤内地における雨水を堤外地へ速やかに排除し、浸水を防止する。

河川の治水事業は近年大きく前進し、大都市近郊の大河川では降雨確率1/100以上の整備目標に基づき、整備が完了したところも存在する。しかしながら、特に中小の都市河川においては用地の取得の困難性等によりその整備は捗らず、浸水の危険性を解消するには至っていない。

一方、下水道事業は昭和45年の公害国会以来、汚濁削減に主眼を置いた汚水系の整備が行われてきた。しかし、既成市街地の周辺の開発等による雨水流出量の増加による都市型浸水が顕著化し、更に、都市への資産集中に伴う想定被害の増大により雨水整備目標のレベルアップについても一目を置くようになってきた。

本稿では雨水排除計画の現状と問題点を総括的に示し、モデル排水区による下水道計画策定の事例をもとに具体的な問題点を明らかにした。

## 2. 低平地における雨水排除計画の現状と問題

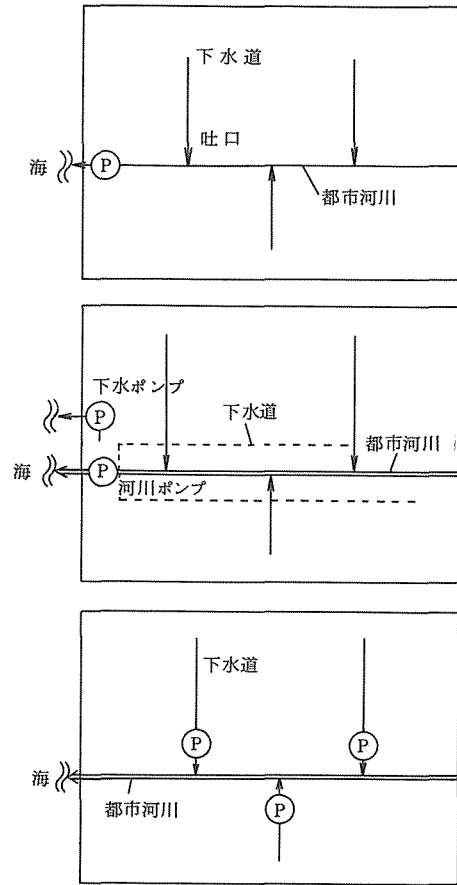
### 1) 低平地における雨水排除の形態

#### a) 都市河川と下水道

都市部の低平地における雨水排除は都市河川と下水道により行われている。一般的な形態を図一1に示す。下水道は面的な雨水を収集し、収集された雨水を都市河川により近傍の海や大規模な河川にポンプ排水を行っている。しかしながら、このような都市河川と下水道が一つのシステムとして整備あるいは計画されている地域は全国的に数少ない。実際には、下水道管理者と河川管理者が行政上、縦割になっているため、両者が個々に計画立案し、整備を進めているのが実態である。例えば、

- 都市河川の疎通能力が不足している場合に主要な河川との調整を行わず、下水道としても都市河川に匹敵する程度の雨水幹線を都市河川と平行に建設している事例。
- 古い計画事例では河川側の条件を無視し、下水道側のみで雨水排水ポンプを用いて強制的に排水する計画をしている事例。
- 河川サイドとの調整を図ったとしても、その場で決定される制約が河川行政と下水道行政の両者の計画で整合性の高い基博で評価されていないため、下水道施設に必要以上の制約をかける事例。

この最後に挙げた事例は最近よく見かけられる形態で、計画の基礎となる雨水流出量の算出方法やその基本条件を無視した形での制約条件である。その一例としては、河川の整備目標を1/10降雨とした場合の最末端での雨水流出量を流域面積で除し、この比流量を下水道のすべての吐き口に適用する。このため、下水道の流達時間が河川のそれより小さいため、同じ計画目標の降雨であっても流出抑制を行う必要が生じる。



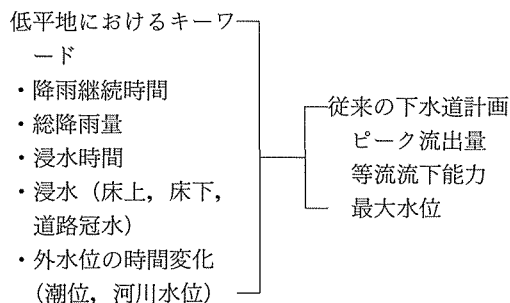
図一1 低平地における雨水排除形態

#### b) 低平地の特徴にあった雨水排除計画

低平地の場合、都市に降った雨の自然排水は原理的には不可能である。満潮時等の外水位が高い場合には自ずとポンプ排水に頼らざるを得ない。

一般に下水道は市街地へ降った雨の速やかな排除を基本として計画されるため、一部の溢水も許容しないような施設を計画してきた。さらに、強制排水施設は外水位の条件を計画高水位や既往最大満潮位等といった言わば最大値を定常的な計画値として採用している。このため、流下施設である管渠やポンプ排水施設は施設の大きなものとなっているのが現状である。このような計画スタンスでは雨水排除施設の大規模化は避けられず、その建設費、維持管理

費は莫大となり、今後のシンフラ整備に対し重大な影響を与えることが予想される。これを避けるためには一部の溢水を許容するものの、浸水被害をほとんど解消できる低平地特徴に合った総合的な雨水排除計画立案が望まれる。この場合いくつかのキーワードがあるがそれらを列記すると以下の通りである。



## 2) 下水道と都市河川の整備レベル

下水道の雨水排除の整備目標レベルは下水道施設指針等においても示されているように現在では降雨確率で示せば1/5~1/10である。また、都市河川のそれは1/50~1/100である。さらに、計画流出量の算定式は近年では両者とも合理式が多い。しかしながら、古くから整備された下水道地区の多くは1~2年に1度の降雨に対する整備レベルであり、都市河川でも1/5の降雨あるいはそれ以下のレベルのものが多くいようである。表-1に都市河川と下水道計画の計画レベルの違いを、更に、大都市近郊の都市河川の現況及び計画の安全度を示す。

この様に、下水道における計画規模は都市河川のそれに比べ小さく、降雨確率からみれば河川整備目標の内数となっているため、計画上の問題は生じないこととなる。

表-1 都市河川と下水道の計画レベルの違い

	計画降雨の確率	ピーク流出量算定式	流出係数
都市河川	1/50~1/100	合理式	0.8~0.9
下水道	1/5~1/10	合理式	0.5~0.8

(出典) 河川砂防基準(案), 下水道設計設計指針

表-2 都市河川の現況と計画の安全度

河川名	現況	計画(外水に対し)	暫定計画(外水に対し)	内水に対する計画
寝屋川	1/3	1/100	1/10	1/40
猪名川	—	1/200	1/10	—
鶴見川	1/3	1/15	1/10	1/40

(出典) 各総合治水計画

しかしながら、ほとんどの都市河川の現況能力は1/5以下の計画降雨に対する能力を有しているに過ぎないため、下水道計画を新規に行う場合や計画の見直しを行う場合には河川整備との調整が必要となる場合が多い。

また、下水道の雨水排除の整備状況は整備率で表現すると全国平均で40%程度となっており、さらに、昭和40年以前に整備された地区はそのほとんどが1/5以下の計画降雨でしかも実験式による流出量算定となっている。この実験式によるピーク流出量は合理式のそれと比べ、流達時間30分以内であれば1/2以下となる。このため、現況の都市河川の流下能力が小さくとも計画上は何等問題が生じなかった。しかし、前述したように、内水域の排水施設である下水道の計画規模の向上が強く求められると、河川整備との整合が重要な問題となる。

下水道の計画策定に際し、放流先の河川整備状況や計画諸元は計画策定の種々の外的条件の中で最重要条件である。この河川の条件のこれまでの取扱いをまとめると以下に示す三通りに集約できる。

1. 河川は下水道を受け入れるに十分な疎通能力を有している。
2. 河川の現況疎通能力は小さく、今後その向上は考えられない。
3. 河川の現況疎通能力は小さいが、今後能力の向上を期待できる。

これらの各河川条件に基づいた下水道計画方針とその問題点を表-3に示す。

表一 3 下水道計画方針と問題

放流先河川の条件の考え方	下水道計画の概要	
	主な施設	計画基本方針と問題点
・河川は十分な疎通能力を有している。	流下施設 ・自然排水 ・強制排水	古い雨水排除システムでは、このような場合が多く認められる。 すなわち、下水道の整備目標レベルが1/5降雨実験式というように低レベルであったため、河川の疎通能力が小さくとも計画上の問題が生じなかった。 また、河川整備目標は、下水道のそれより高く、その整備進捗が早い場合に相当する。しかし、下水道に求められる整備レベルが向上している現状や、都市河川の整備遅延の現状を踏えると単純に基本方針として採用することはできない。 平野川と大阪市下水道の事例
・河川の現況疎通能力は小さく、今後も、その向上は認められない。	流下施設 ・自然排水 ・強制排水 流出抑制施設	放流先河川の現況疎通能力が小さく、今後はほとんど抄らないと考え、下水道サイドで流出抑制施設を盛り込んだ計画立案を行う。 この場合、河川と下水道の役割分担が明確でないため、その費用負担の問題が生じる。
・河川の現況疎通能力は小さいが、今後、能力の向上が期待できる。	流下施設 ・自然排水 ・強制排水 流出抑制施設	河川、下水道を1つのシステムとして分析し、それぞれの役割分担を明確化した後、各計画策定を行う。言わば、総合排水計画の立案である。 これは、河川、下水道の行政が縦割であるため、その計画策定に多くの時間を必要とする欠点が生じる。 ・寝屋川流域総合治水 ・鶴見川流域総合治水

### 3. モデルケースによる雨水排除計画

内水における都市域の浸水被害を軽減するための施策は行政の役割分担から言えば基本的に下水道である。浸水被害の過去の実績を表一4に示すが、これによると平均的に50%以上が内水における被害となっている。この様に内水域の浸水を防除する事は今後の都市政策において必要不可欠なこ

ととなっている。このような背景のもと、いくつかの都市では下水道の計画規模の向上を図ろうとしている。

ここでは、実際よく見かける下水道区域を図一2に示すようにモデル化した排水区域を事例に、現在の河川側からみた制約がどのようになっており、その制約の中で下水道計画がどのように立案されるかを示す。モデル排水区の基本条件を表一4に示す。

表一 4 浸水被害の実績

年	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2
被害総額	159,617	107,575	312,038	542,427	251,157	24,260	97,718	285,534	86,709	86,813	136,917	327,600
うち治水によるもの	95,418	58,651	185,966	232,755	90,320	18,680	51,059	118,680	52,778	39,872	95,781	190,434
構成比(%)	59.8	54.6	59.6	42.9	36.0	76.3	52.3	41.6	60.9	44.9	70.0	55.1

建設省「平成2年版水割統計」より作成

被害額は一般資産（家屋、家庭用品、農漁家資産、事業所資産、営業停止損失額、農作物）についてのものである。

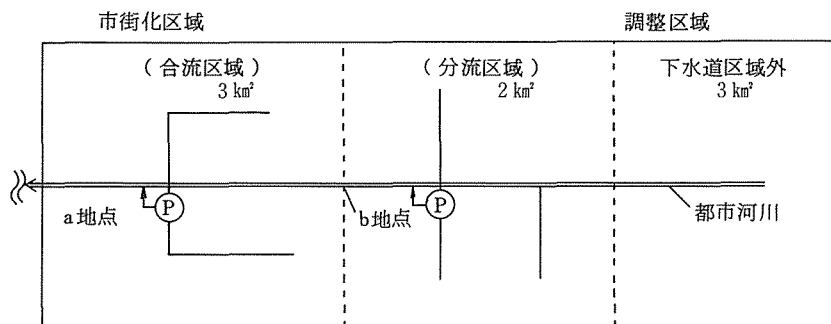


図-2 モデル排水区

表-5 モデルケースの基本諸元

	流域排水面積 (km <sup>2</sup> )	流達時間 (hr)		流出係数	算定式	降雨強度
都市河川	8	1		0.8	合理式	$1/5 (I = \frac{350}{t^{0.5}})$
下水道	5	a地点	0.3			
		b地点	0.5			

モデル排水区の中心地区は昭和30年代から合流式下水道で整備が進められ、その整備された施設は1/2降雨程度しか対応できないで、近年、下水道として求められている計画降雨規模よりかなり小さい。中心地区以外の市街地は分流式下水道により整備が進められているが、汚水整備先行型で雨水整備はほとんど進められておらず、既存水路の排水施設に頼っている。排水区の中央には都市河川があるが、この疎通能力も計画規模に達していない。

このような状況で、下水道の雨水排除計画の見直しを行う場合、最近、その基本スタンスは都市河川と一体化した1つの流域システムとして捉えた流域の総合的な排水計画の立場で行うことが叫ばれている。しかしながら、前述したように河川、下水道のそれぞれの行政が一体化していない現在、このようなスタンスで計画策定が行われている事例は現在のところ数少ない。一般的には河川協議において示された制約条件を鵜のみにして計画見直しを行っている事例が多い。

### 1) 河川への放流条件

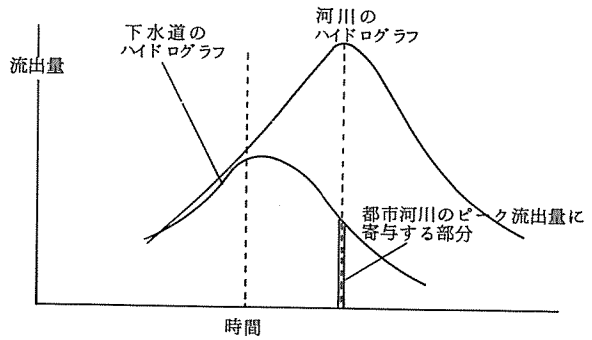
下水道の放流先である河川の条件の考え方は以下の2つの方法を設定した。

case 1……河川サイドの提示に従う場合  
都市河川の最末端地点での河川流量から算出した比流量を下水道施設の全て(吐き口毎)に適用する。

case 2……流域を1つシステムとして見た場合  
都市河川、下水道施設を流域の排水機能を有する施設として同レベルで見、河川のある懸案地点の流達時間を基に下水道区域からの比流量を求める。(図-3参照)

この2つのそれぞれの考え方をを用い、モデル排水に適用すると河川への放流条件(許容放流量)と下水道からの流出量は表-5に示す通りとなる。case 1では下水道の各吐き口の比流量は河川の条件の約2~3倍程度に対し、case 2では1~2割程度の増加に留まることが認められる。合理

式の考え方によれば、ピーク流量は流域の流達時間により決定づけられるため、流達時間が違う下水道と河川ではピーク流量の生起する時間は必ずズレることとなる。しかし、case 1 では河川と下水道のピーク流量の生起する時間を同時と考えているために、前述したように河川の条件（許容放流量）と下水道からの大きな開きが生じることとなる。



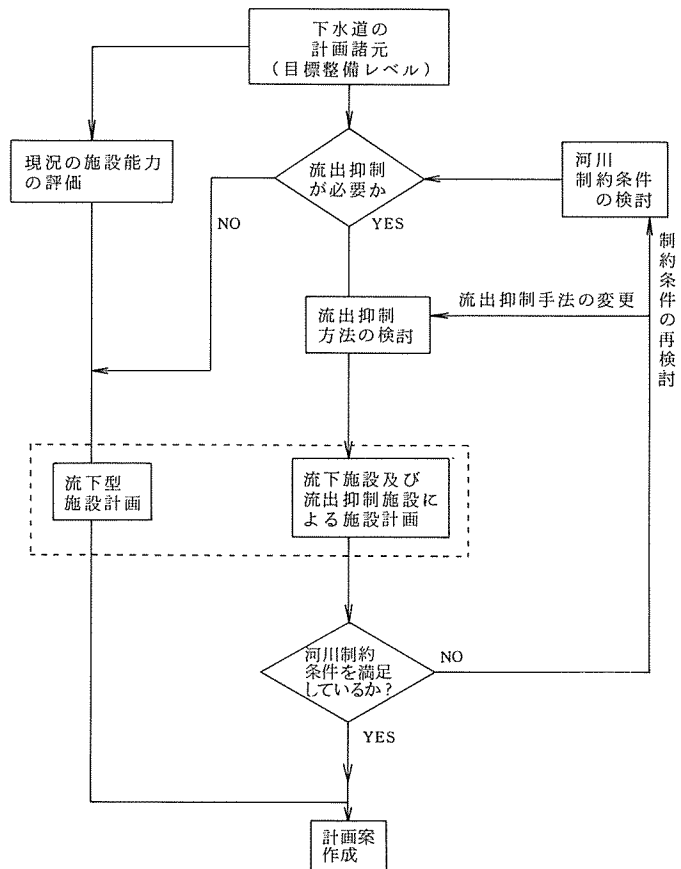
図一 3 都市河川の比流量

表一 6 制約条件の違いによる比流量

条件ケース	評価地点	放流条件	下水道からの放流量
case 1	吐口毎	26 mm/hr	57~74 mm/hr
case 2	懸案地点	a	41
		b	58

## 2) 下水道における雨水排除計画の立案上の問題

下水道計画策定の概略フローチャートは図一 4 に示す通りである。1)の河川条件を踏まえた形で、流出抑制施設を盛り込んだ施設計画にするか、流下型施設のための計画とするかを判断する。本モデル排水区による検討は case 1, case 2 の両者とも従来の流下型下水道の施設のみによる計画策定は困難と判断され、流出抑制施設の導入が必要となる。又、表一 6 の結果からこの事例に挙げた両者では流出抑制施設の規模は大きく異なることが明かである。本来、モデル排水区域で採用している流出モデルである合理式の基本的な考え方に従えば、case 1 の考え方は行政の事務手続における簡素化の視点から採用されているに過ぎず、



図一 4 下水道排除計画策定フローチャート

計画策定上、大きな不整合が生じ易いことを表している。これは、図-5に示すように下水道施設において流出抑制を行っても、都市河川のピーク流出量の低減を図れない場合が考えられる。

### 3) まとめ

以上、モデル排水区をもとに河川制約条件の違いから、下水道計画の基本方針が異なり、その制約条件が意味を持たない場合があることを示した。即ち、下水道計画を策定する上では、都市河川と下水道が一体化した1つのシステムとして機能するよう計画策定段階から考慮する必要がある、流出量算定式が合理式である場合、2)で示したcase2の考え方を採用することが妥当であると考えられる。

### 4. おわりに

都市河川と下水道が一体化した流域システムとした総合排水計画の策定の必要性が求められて、既に、10年以上の時間が経過しているにもかかわらず、実際、行政上、この考え方が運用されているのは数少ない。特に、低平地においては河川と下水道が歩み寄って1つの雨水排除計画の立案を行う必要がある。今後、総合排水計画の視点での計画策定をより効率的に進めて行くためには、以下のような課題を克服する必要がある。

- ・行政の横断的対応（河川，下水道行政の協力）
- ・制度の充実（事業制度の統一，補助制度の統一）
- ・技術の高度化
  - ・目標整備レベルの設定
  - ・雨水流出解析及び浸水氾濫モデルの充実，簡素化
  - ・浸水被害の定量化手法の強化

著者等もコンサルタントとして、率直に現状の問題，解決策を提示できるよう鋭意努力していきたいと考えている。

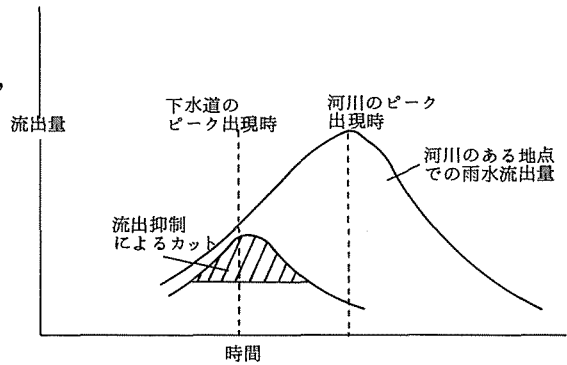
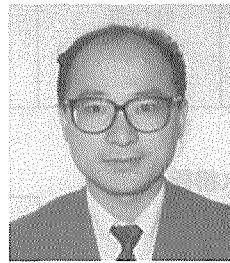


図-5 下水道の流出抑制効果

### ■ 著者略歴



**碓 智**  
(いかり さとし)

- 昭和58年 佐賀大学大学院修士課程  
(土木工学) 修了
- 同年 ㈱日水コン入社
- 現在 同大阪下水道事業部設計2課課長  
技術士(水道部門)