

都市河川治水施設による流量・貯留量配分 —将来の貯留水有効利用を目指して—

Management Analysis on Discharge and Water Storage in River Flood Control System
in Urban Area — for the future system of water reuse —

村岡 浩爾*

村岡 治道**

Kohji MURAOKA*

Harumichi MURAOKA**

ABSTRACT : Urbanization changes the runoff process artificially, and flood disaster tends to occur frequently even by a small rainfall. Neya River Basin, the low plain of Osaka Prefecture, is one of the areas where the rapid urbanization has been advanced. The local government has proceeded with the plan practically to prevent the basin from flood disaster due to three strategies ; drainage works, storage works, and infiltration function. However, even if this project would be completed by planning age around 2010, the control agrees just in 40 years of the return period.

This paper firstly discusses the efficiency and availability of the main water facilities for flood control by the model rainfall, especially focusing on the time-depend characteristics of water storage and cut-off effect of peak flood discharge. Then the possibility of practical control concerning flood control and water reuse is studied in order to get the higher stage of water environment expecting the safety and amenity simultaneously in the middle of 21 Century.

KEYWORDS : Urban Area, Flood Control, Water Reuse, Water Environment, the middle of 21 Century

1. はじめに

都市化の進んだ地域では、土地利用形態の急激な変化に伴い、浸水発生の危険性が高まっている。さらに、都市域への資産の集中などにより、浸水被害も大きくなる傾向にある。このような状況下におかれている都市域では、河川・下水道それぞれの関連部局が独自に治水政策・上下水道政策に取り組んできた。しかし昨今では、それぞれの政策の整合性を高め、流域全域における浸透や貯留による対応なども含めた総合的な治水政策が計画・実行される傾向にある。

大阪府下の寝屋川流域における総合治水計画は、21世紀初頭の計画完了を目指して策定された。これらは、河川・下水道・流域の3分野から構成されている計画であり、貯留と浸透による流出抑制事業である。しかしながら、これらの施策が実施されたとしても、それはたかが40年確率の降雨に対処できるに過ぎない。

きたる21世紀における都市の理想像は「環境調和型都市」といわれている。しかし、都市の現況といえ、都市活動を支えている水供給システム自体が、自然の水循環系路を大きく改変したことで出現したものであり、種々の環境問題や社会問題を誘発させているのも事実である。そこで、洪水対策用貯留施設に洪水流出水を貯留し、単に排水するだけでなく、将来的には有効利用されることを想定して、都市域における治水という面からの安全性について検討を行う。これにより、21世紀半ば以降の治水という観点の安全性と、水環境創造という新たに取り組むべきテーマに対して、どのような課題があり、どのような解決策があるかを模索する。

* 大阪大学工学部土木工学科 Osaka University Dept. of Civil Engineering

** 大阪大学大学院土木工学専攻 Graduate School of Osaka University

2. 寝屋川の治水施設の概要

本論文では、急激に都市化が進行し、いまなお浸水被害の危険に脅かされている寝屋川流域を対象に、計画されている治水政策の有効性に関する検討を最初に行う。そこで、まず最初に対象地域の概要について触れる。

2. 1 自然環境

寝屋川流域は台形状の地形をしており、東側は生駒山地、西側は上町台地^{うえまち}、南北は淀川と大和川に囲まれている。流域は下記の12市によって構成されており、総面積は約270km²(東西方向：14km、南北方向：19km)となっている。この流域は、南北にある2河川の氾濫区域であったため、流域の83%が低平な沖積平野となっている。

<流域内に所在する市>

・大東市^{だいとう} ・門真市^{かどま} ・寝屋川市^{なりやがわ} ・東大阪市^{とうおさき} ・守口市^{もりぐち} ・八尾市^{やお}(以上、各市の全域)
・大阪市東部^{かたの} ・交野市^{かしの}南西部 ・柏原市^{かしはら}西北部 ・四条畷市^{しじょうなわて}西部 ・枚方市^{ひらかた}南部 ・藤井寺市^{ふじでら}の一部

2. 2 社会・経済環境

人口は約280万人に達し、その内訳は第3次産業に従事する勤労者数が半数を大きく上回り、第1次産業従事者はわずかという都市型の産業構造となっている。流域内の純資産額は約38兆円(1989年評価)といわれている。

2. 3 河川の概要

寝屋川流域は、南北に走る淀川・大和川の度重なる氾濫による流送土砂の堆積と、海水面の後退により形成された地域である。このため、古来より数多くの洪水を体験してきたが、16世紀の文禄堤築造に始まる新大和川・新淀川の開削により、これら2大河川の洪水からはひとまず免れることが可能となった。

しかし、送流土砂の堆積という現象までもがなくなったために、この地域は低平地のままとなってしまった。当初はこれが利点となって田園風景が広がっていたが、都市化の波がこの地域にまで押し寄せることになった現在では、田園風景が住宅・産業の街に変わってしまい、土地利用形態が大きく変化してしまった。

他方、この流域には、一級河川・寝屋川をはじめとする寝屋川水系33河川があり、これらは京橋口に全てが集約されてから大川(旧淀川合流点)を経て、大阪湾につながる。この流域は、内水域と呼ばれる河川への自然排水が不可能な地域と、外水域と呼ばれる河川への自然排水が可能な地域から構成されており、前者の内水域では、下水道管渠などで雨水を集水してポンプ場から河道に強制排出しており、このような地域が流域の4分の1に達している。

2. 4 寝屋川の年水収支

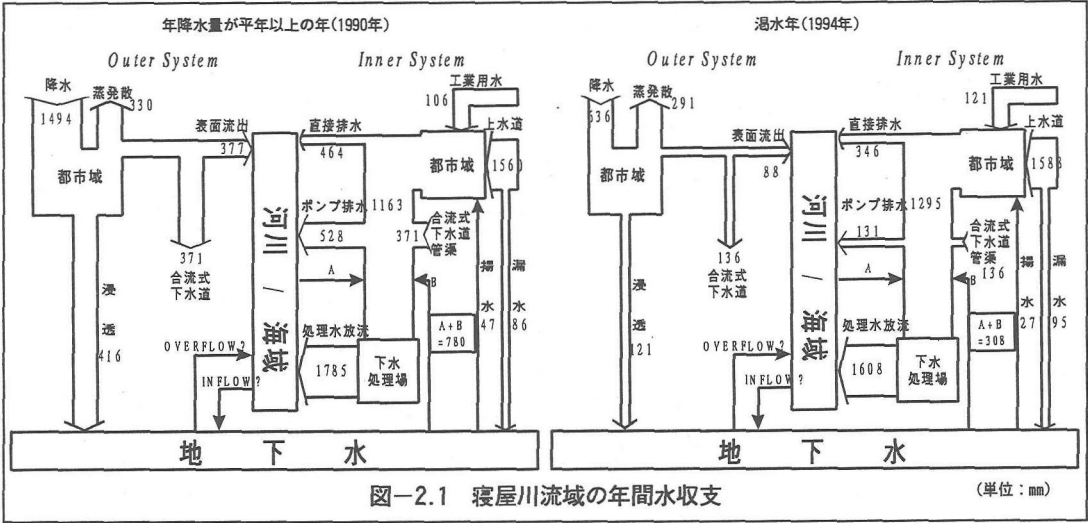
都市化の進行した地域の水循環は、自然の水循環系(outer system of hydrological cycle)と人為的な水循環系(inner system of hydrological cycle)から構成されており、後者の占める割合が顕著になったことで、種々の問題が生じているといわれている。そこで、寝屋川流域の水循環について、年水収支に着目して検討を試みた。

定量対象年を、降水量が平年並み以上の年と寡雨で渇水年であった年の2つとして、年間降水量が異なる場合の影響について比較検討した。なお、大阪地方の平均降水量1318.0mm(気象庁：30年平年値)に対して、前者に相当する対象年を年間降水量1494mmであった1990年に、後者を渇水年といわれている1994年にした。年収支をまとめたものを図-2.1に示す。

これらについて、その特徴は次の通りである。

- ① 多雨年、渇水年に拘わらず inner system、すなわち用水関係の水量と循環配分はあまり変わっていない。このことは同地域における水資源政策が琵琶湖を水源とする総合開発に依存しており、厳しい渇水年においてもその恩恵を蒙っている結果と言える。
- ② その一方で、outer system、すなわち自然系の水循環量は両年で大きな差が見られる。しかし、差はあるもの

の、降水量に対する浸透量は両年でそれぞれ28%および18%と、自然の流域の値(40%以上)に比べて極端に小さい。市街地化による不浸透面積の増加によるものであろう。



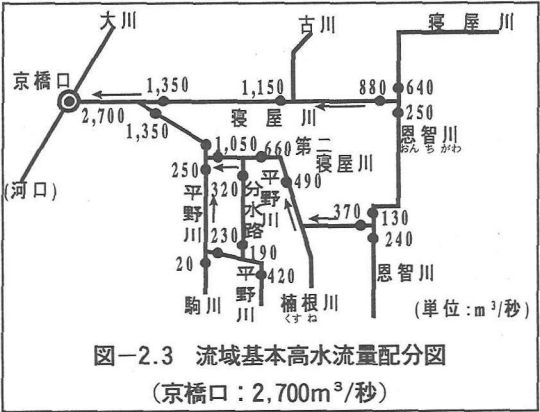
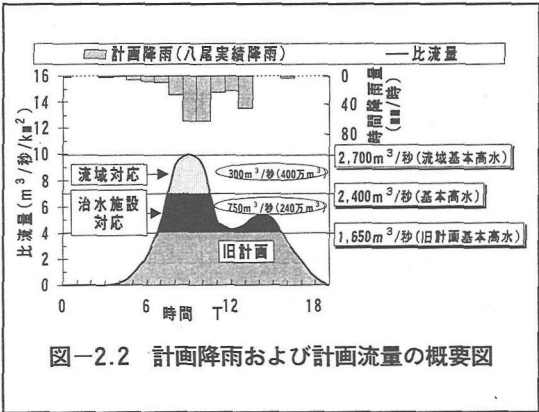
2. 5 治水計画の概要

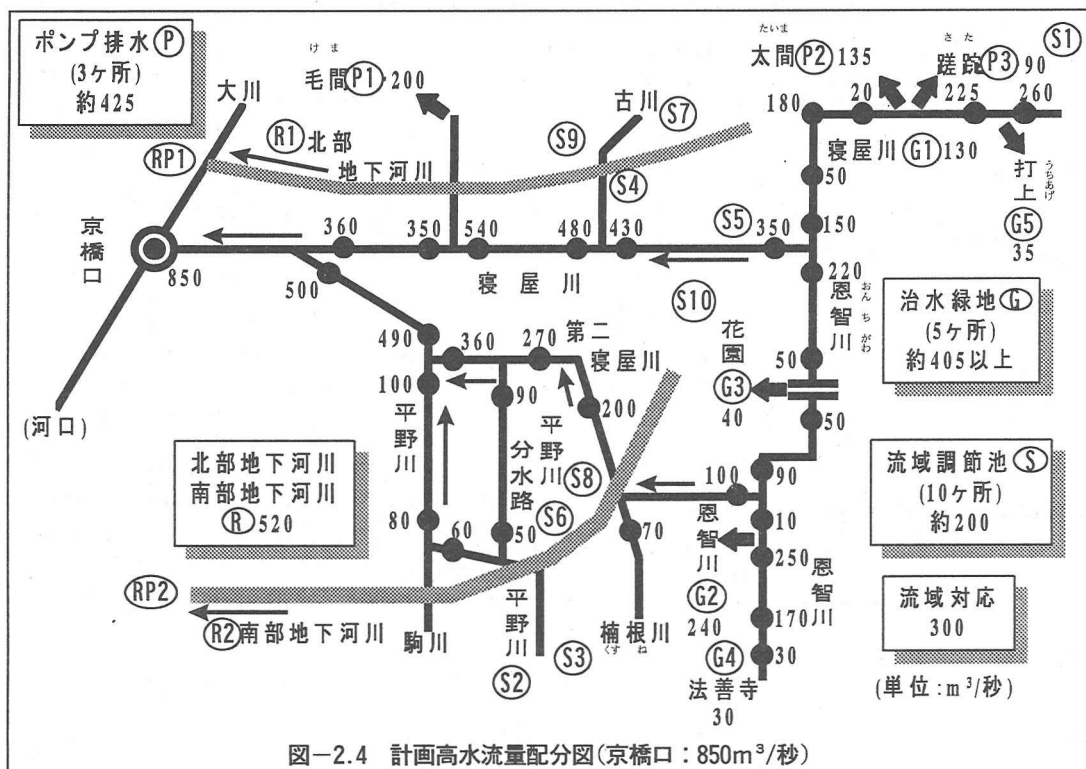
寝屋川流域の治水は、戦後最大降雨(八尾観測所・時間降雨量62.9mm/hr、総降雨量311.2mm)を対象として、治水安全度を内水域：1/40、外水域：1/100に設定し、計画されている。

流域基本高水量は2,700m³/秒、そのうち2,400m³/秒を各種治水施設で対応し、残り300m³/秒を流域で対応する計画になっている。計画降雨、基本高水、計画流量の概要図を図-2.2～2.4に示す。

これらの計画は、河川・下水道・流域の三者が一体となって対応することを基本方針としている。具体的には、図-2.2中に示されている治水施設対応分750m³/秒(240万m³)のうち、230m³/秒(240万m³)を貯留施設(そのうち170m³/秒(180万m³)は地下調節池で対応)で、残りの520m³/秒を地下河川などの放流施設で対応する。また、図中に示されている流域対応分300m³/秒(400万m³)は、流出抑制施設で対応することになっている。なお、本検討で取り扱う治水緑地(遊水地)は旧計画に既に組み込まれている。

以上の考えは、河川改修や下水道整備など従来の治水事業に加えて、流域の都市化により喪失した「保水・遊水機能」を人工的に復活させることで対応するというものである。





ここで河川分野における事業の概要をまとめると、以下のようになる。

①河道改修

この流域の河床勾配は、下流部から中流部までが1/12,500、上流部では1/1,000程度である。このため、大阪湾潮位の影響が河口から20km 上流に遡った生駒山麓部にまで達する。これらの状況から推察できるように、元来、寝屋川水系の河川は流れにくい状況になっているため、以下の事業に取り組んで流況改善を図っている。なお、平成7年度末の進捗状況は約9割である。

・河道断面の改修や新河川開削 ・堤防の嵩上げ ・河床の掘り下げ ・橋梁の改築

②放流施設の設置

多量の河川水に対する安全度をさらに高めるため、分水路や地下河川といった放流施設によって、流域外に直接排水する。

各施設の概要を表-2.1に示す。

③貯留施設の設置

河川に掛かる負担を軽減するために、下水道や水路から河川へ流出する水量を減らす調節池や、河川水そのものを導水して一時貯留する治水緑地(遊水地)を設置している。なお、表-2.2

中の「S1・香里西地下調節池」は寝屋川水系河道網との位置の関係上、本検討ではモデル化していない。

ここで下水道分野における事業の概要をまとめると、以下のようになる。

(a)排水施設の設置

排水機能の一端を担う従来の管渠網に加え、新たに増補幹線や直送管を設置し、排水能力向上に努めている。

表-2.1 放流施設の概要

施設名		放流量(m³/秒)	放流先
排水機場			
P1	毛馬(城北川)	200	淀川
P2	太間(寝屋川導水路)	135	淀川
P3	蹠跽(寝屋川導水路)	90	淀川
地下河川			
R1	寝屋川北部	191	大川(旧淀川)
R2	寝屋川南部	180	木津川

注：各施設の記号は図-2.4に対応

(b)貯留施設の設置

増補幹線を一時的に貯留施設として活用することが検討されている。

なお、図-2.2の「流域対応」に相当する事業は、(ア)各種雨水流出抑制施設、(イ)土地利用の制限などで、流域内自治体・開発者・住民・企業などが努力することになっている。

表-2.2 貯留施設の概要

施設名	市町村名	容量 (m ³) A	集水面積 (ha) B	貯留量 (流域換算 :mm) C=A / (B*10)	湛水頻度 (回/年) D
調節池					
S1 香里西	寝屋川市	8,000	38.10	21.0	0.80
S2 大正川	八尾市	14,000	268.80	5.2	5.00
S3 志紀(Ⅰ)	八尾市	10,000	76.33	13.1	0.40
S4 三ツ島	門真市	24,000	167.47	14.3	0.65
S5 南郷	大東市	10,000	70.30	14.2	0.17~0.27
S6 布施駅前(Ⅰ)	東大阪市	12,000	105.73	11.3	2.50
S7 御幸西(中神田)	寝屋川市	20,000	531.00	3.8	0.3~0.4
S8 長瀬	東大阪市	23,000	75.29	30.5	1.00
S9 一番町	門真市	15,000	811.57	1.8	0.50
S10 中鴻池	東大阪市	20,100	71.71	28.0	1.1~2.1
計	—	156,100	2,216	—	—
治水緑地(遊水地)					
G1 寝屋川	大東市・四条畷市	1,460,000	—	—	—
G2 恩智川(池島・福万寺)	東大阪市・八尾市	1,300,000	—	—	—
G3 恩智川(花園)	東大阪市	300,000	—	—	—
G4 恩智川(法善寺)	柏原市	160,000	—	—	—
G5 打上川	寝屋川市	270,000	—	—	—
計	—	3,490,000	—	—	—

注：各施設の記号は図-2.4に対応

3. 流量・貯留量の算定方法

3. 1 モデル降雨

本検討では、3つの降雨モデルと1つの実績降雨について定量化を行うこととした。それぞれのモデル降雨の概要を表-3.1および図-3.1に示す。

表-3.1 モデル降雨の概要(Gumbel法)

	降雨量(mm)		確率年	
	時間最大雨量	24時間雨量	時間雨量	24時間雨量
モデル降雨Ⅰ	18.0	51.4	1年に2回	
モデル降雨Ⅱ	32.3	103.9	2年に1回	
モデル降雨Ⅲ	52.4	176.7	10年に1回	
八尾実績降雨	62.9	287.3	26年に1回	310年に1回

モデル降雨Ⅰ～Ⅲは、時間降雨量、24時間降雨量ともに、0.5、2、10年確率となるような正規分布波形としている。八尾実績降雨は、1957年6月26～27日に大阪管区气象台が観測したもので、1900年以降の記録の中で最大規模の降雨である。なお、大阪府が寝屋川流域を対象に策定している治水計画「寝屋川流域総合治水計画」は、この八尾実績降雨を対象に計画されたもの

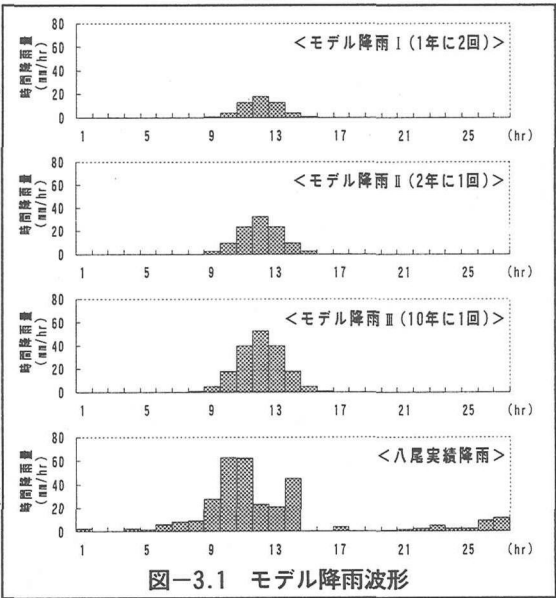


図-3.1 モデル降雨波形

のであり、本検討でもこのことを踏まえてモデル降雨として用いる。

3. 2 河道網と洪水追跡

図-2.3、2.4に示した寝屋川河道網を181の河道節点によってモデル化した。境界条件は、下流端(河口)に潮位データを与えた。上流端では外水域から河道へ流入する水量を「3. 4 横流入の算出法」により求めて流量データとして与える。なお本検討では、下流端境界条件である潮位データは大阪湾平均潮位(固定値)とした。

以上のようなモデル化および設定条件に対して、ダイナミック・ウェーブ法によりモデル化された流動計算プログラムを用いて解析を行った。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + g A \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f - S_0 \right) - \frac{q Q}{A} = 0 \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (3.2)$$

$$Q: \text{流量} \quad A: \text{断面積} \quad h: \text{水深} \quad S_0: \text{水底勾配} \quad S_f: \text{摩擦勾配} = n^2 |Q| Q / (R^3 \cdot A^2)$$

q : 河道単位長さ当たりの横流入量(流入を正とする)

モデル化した河道網には、いくつかの分合流点がある。それらの部分では、流量保存式と水位が連続であるという条件を用いて計算を行っている。

3. 3 ポンプ排水

寝屋川水系には、毛馬、太間、蹊駈の3排水機場が設置されている(表-2.1参照)が、今回の定量対象地域として設定した圏内には、毛馬排水機場のみが存在しており、太間、蹊駈の2排水機場は圏外に位置している。従って、毛馬排水機場のようなモデル化を太間・蹊駈の2排水機場に対しては行わないものとした。

毛馬排水機場の稼働条件は、近傍に複数箇所設置されている水位観測地点において、いずれかの観測水位が基準水位を上回れば排水開始となる。また、排水機場稼働中では、全ての観測水位が基準水位にまで低下したら排水停止となる。今回の定量でもこのことを考慮して、近傍3地点の水位(算出値と設定値)を用いて判定を行い、排水の再現を行っている。なお、排水施設稼働開始時の立ち上がり時間と、停止時の停止運動時間も考慮して、それぞれの変動時間中では排水量が線形に変化するものとしている。

3. 4 横流入の算出法

寝屋川流域を20の外水域(河道への自然流入が可能な地域)と36の内水域(河道への自然流入が不可能な地域)の小流域に分割する。その各小流域毎に、時間降雨データから有効降雨量を算出して、次に河道網への横流入量(Q)を算出する。

有効降雨量算定の際には、各地域の流出特性を鑑みて、外水域の流出係数: 0.8、内水域の流出係数: 0.4~0.8とした。これは、大阪府の計画策定時の設定を踏襲している。

横流入量の算出の際には、式(3.3)で表される合理式により算出した洪水ピーク流量を、図-3.2に示す方法(単位図法)により流出ハイドログラフに変換している。

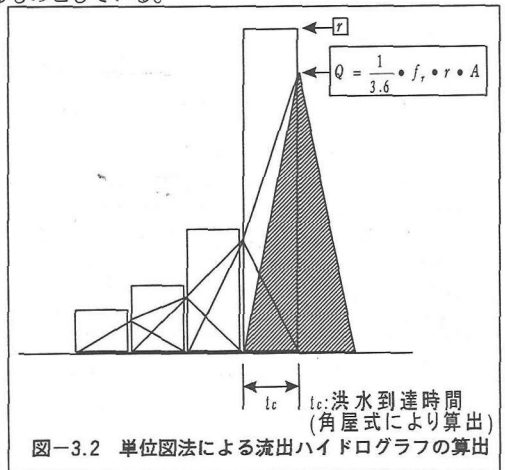


図-3.2 単位図法による流出ハイドログラフの算出

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f_r \cdot r \cdot A \quad (3.3)$$

Q : 洪水ピーク流量 f_r : 流出率
 r : 流域内の平均降雨強度 A : 小流域面積

外水域から河道への横流入量は以上の方法で算出している。また、河道への自然流入が不可能な内水域からの横流入量については、さらに貯留関数法を用いることで内水域の流出特性を再現している。なお、地下調節池が設置されている小流域からの横流入算出法は、貯留関数法を用いる前に、後述する手法を用いて地下調節池による横流入量削減効果を再現している。

3. 5 地下調節池の貯留方式

本検討では、地下調節池への貯留を下記のような方針で行うものとしてモデルを作成した。

雨水流出曲線のピーク時前後を重点的に貯留する。

地下調節池は、内水域における局地的浸水の防除を目的に、設置位置が選定されている。

そこで本検討では、地下調節池(貯留容量： S_{Max})が設置されている小流域(面積： A)からの雨水流出水量(Q)を、前述の合理式と単位図法により算出し、次に、地下調節池集水域(面積： a)から流出して地下調節池直前を流下する水量(q_0)を、次のような面積比例配分により算定する。(図-3.3参照)

$$q_0 = Q \times \frac{a}{A} \quad (3.4)$$

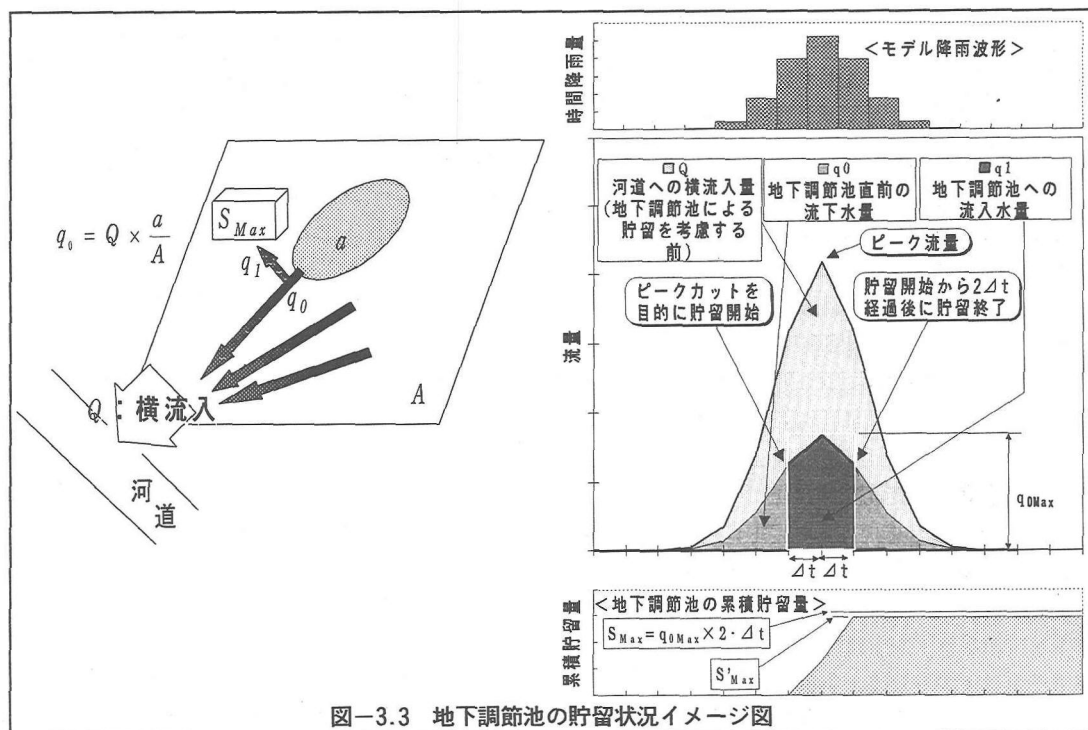
この地下調節池直前を流下する水量(q_0)のピーク値(q_{0Max})を用いて、

$$S_{Max} = q_{0Max} \times 2 \cdot \Delta t \quad (3.5)$$

となるような Δt を算出し、降雨ピーク前後の $2 \cdot \Delta t$ のみ地下調節池への貯留(流入流量： q_1)を行う。しかし、貯留時間中では $q_{0Max} \geq q_1$ であることから、貯留を $2 \cdot \Delta t$ 行った結果の貯留量(S'_{Max})については、

$$S_{Max} \geq S'_{Max} \quad (3.6)$$

となる。



なお、貯留を行う $2 \cdot \Delta t$ の間では、地下調節池が設置されている小流域からの雨水流出水量は、地下調節池

への流入水量分(q_i)だけ削減されているので、この削減を考慮した($Q-q_i$)が貯留関数法を行う対象となる。以上の方法で、表-2.2中のS2～S10で示している9地下調節池をモデル化した。

3. 6 治水施設への流入

治水施設への越流堰を越えた分だけを横越流させる。

3. 7 地下河川

現段階では地下河川の運用方法に関して未確定項目が多い。従って、本検討では考慮しないものとした。

4. 計算結果の一例

4. 1 地下調節池の貯留特性

4つの降雨それぞれに対して、モデル化した9地下調節池それぞれの貯留特性を表-4.1に示す。なお、表中の記号(S_{Max} , q_{Max} , Δt , S'_{Max})は図-3.3に対応するものである。

表-4.1 各地下調節池における貯留特性

モデル降雨	貯留特性	地下調節池									計
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
		大正川	志紀(1)	三ツ島	南郷	布施駅前	御幸西	長瀬	一番町	中瀬池	
	貯留量: S_{Max} (m ³)	14,000	10,000	24,000	10,000	12,000	20,000	23,000	15,000	20,100	148,100
モデル降雨Ⅰ (1年に2回)	ピーク流量: q_{Max} (m ³ /秒)	6.7	1.9	4.9	2.1	4.2	15.4	3.4	23.5	2.9	—
	貯留時間: $2 \cdot \Delta t$ (分)	34.7	87.3	81.3	79.9	47.3	21.7	112.9	10.6	117.1	—
	実貯留量: S'_{Max} (m ³)	13,034	8,903	21,828	9,000	11,496	20,000	20,500	15,000	16,869	136,629
	貯水率: %	93	89	91	90	96	100	89	100	84	92
モデル降雨Ⅱ (2年に1回)	ピーク流量: q_{Max} (m ³ /秒)	12.1	3.4	8.5	3.6	7.6	27.6	5.3	42.2	5.1	—
	貯留時間: $2 \cdot \Delta t$ (分)	19.3	48.7	47.0	46.2	26.3	12.1	72.6	5.9	65.3	—
	実貯留量: S'_{Max} (m ³)	13,837	9,789	23,366	9,737	11,873	20,000	21,848	15,000	19,112	144,561
	貯水率: %	99	98	97	97	99	100	95	100	95	98
モデル降雨Ⅲ (10年に1回)	ピーク流量: q_{Max} (m ³ /秒)	19.6	5.6	13.6	5.7	12.3	44.8	7.9	68.5	8.3	—
	貯留時間: $2 \cdot \Delta t$ (分)	11.9	30.0	29.5	29.0	16.2	7.4	48.4	3.6	40.2	—
	実貯留量: S'_{Max} (m ³)	14,000	10,000	23,626	9,778	11,912	20,000	22,634	15,000	19,812	146,763
	貯水率: %	100	100	98	98	99	100	98	100	99	99
八尾実績降雨	ピーク流量: q_{Max} (m ³ /秒)	23.5	6.7	16.2	6.9	14.8	53.8	7.9	82.2	10.0	—
	貯留時間: $2 \cdot \Delta t$ (分)	9.9	25.0	24.7	24.3	13.5	6.2	48.2	3.0	33.5	—
	実貯留量: S'_{Max} (m ³)	14,000	9,900	23,584	9,731	11,928	20,000	23,000	15,000	19,583	146,726
	貯水率: %	100	99	98	97	99	100	100	100	97	99

なお、特徴として下記のことが言える。

- ①モデル降雨確率年の大きさに比例して、ピーク流量(q_{Max})が大きくなり、貯留時間($2 \cdot \Delta t$)が小さくなる。
- ②基本的には、モデル降雨確率年の大きさに比例して、実貯留量(S'_{Max})および貯水率が大きくなっている。ただし、モデル降雨Ⅲと八尾実績降雨との間では、いくつかの施設において逆転現象が起きている。これは、貯留時間(Δt)の設定時に生じる貯留量(S_{Max})と実貯留量(S'_{Max})との差によるものである。

4. 2 治水緑地の貯留特性

4つの降雨それぞれに対して、モデル化した4治水緑地それぞれの貯留特性を表-4.2に示す。なお、表中の記号(V_0 , V)は図-4.1に対応するものである。

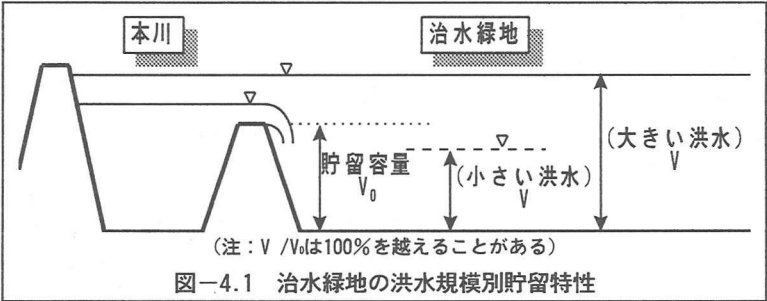
なお、特徴として下記のことが言える。

- ①モデル降雨確率年の大きさに比例して、実貯留量(V)が大きくなる。
- ②モデル降雨確率年の大きさと貯留に要した時間との間には、地下調節池に見られたような定性的な傾向がない。これは、地下調節池は満水状態に達しやすかったために定性的な傾向が生じやすかったが、治水緑地は満水状態にならないケースもあることから、定性的な傾向が生じなかったと考えられる。

③施設によって貯水率に大きな差が生じている。これは、施設への導水条件の違いによるものと考えられる。越流堰の天端高は、法善寺：11.8、恩智川：5.85、寝屋川：4.75、花園：6.0(単位：o.p.+m)となっており、天端高に反比例して実貯留水量が増加している。従って、貯留効果は天端高の決め方に関わっていると考えられる。

表－4.2 各治水緑地における貯留特性

モデル降雨		治水緑地				計
		法善寺	恩智川	寝屋川	花園	
	貯留容量 V_0 (m ³)	300,000	1,600,000	1,300,000	500,000	3,700,000
モデル降雨Ⅰ (1年に2回)	実貯留水量： V (m ³)	0	374,064	0	0	374,064
	貯留に要した時間(時間)	0.0	5.3	0.0	0.0	—
	貯水率：%	0	23	0	0	10
モデル降雨Ⅱ (2年に1回)	実貯留水量： V (m ³)	0	1,132,920	758,082	2,634	1,893,636
	貯留に要した時間(時間)	0.0	5.3	3.5	1.0	—
	貯水率：%	0	71	58	1	51
モデル降雨Ⅲ (10年に1回)	実貯留水量： V (m ³)	103,515	1,650,000	1,460,000	211,812	3,425,327
	貯留に要した時間(時間)	3.0	4.0	2.7	3.2	—
	貯水率：%	35	103	112	42	93
八尾実績降雨	実貯留水量： V (m ³)	160,000	1,650,000	1,460,000	299,119	3,569,119
	貯留に要した時間(時間)	1.7	4.5	2.2	3.0	—
	貯水率：%	53	103	112	60	96



5. 治水施設の評価

4モデル降雨それぞれについて、下記のような治水方策(a)～(f)を想定する。なお、今回はこれらのうち、(a)、(b)、(c)、(e)について定量を行った。

- (a) ①・②・③のすべてを用いない
- (b) ①のみを用いて治水を図る
- (c) ②のみを用いて治水を図る
- (d) ③のみを用いて治水を図る
- (e) ①・②を用いて治水を図る
- (f) ①・②・③を用いて治水を図る

なお、上記(a)～(f)すべてにおいて、毛馬排水機場によるポンプ排水を行うものとしている。

例として、八尾実績降雨に対して治水方策(e)を用いた場合の計算結果を図－5.1に示す。また、それぞれの治水方策について、京橋口におけるピーク流量と、治水方策(a)のピーク流量に対する各治水方策のピーク流量削減率を表－5.2に示す。なお参考までに、大阪府の治水計画に挙げられている流量削減効果計画値を併せて示す。主な特徴として下記のことが言える。

- ①モデル降雨確率年の大きさに比例して、各治水方策実施時の京橋口ピーク流量は大きくなる。
- ②しかし、モデル降雨確率年の大きさと京橋口ピーク流量削減率との間には、必ずしも比例関係が見られない。

表－5.1 治水施設の種類

①	治水緑地
②	地下調節池
③	地下河川

これは、降雨規模に対する治水施設貯留容量が相対的に不足しているためと考えられる。

③八尾実績降雨に治水方策(a)を採用した場合の京橋口ピーク流量は、大阪府治水計画・基本高水の2,700m³/秒と比較すると半分以下となっている。この原因は、毛馬排水機場(表-2.1中の P-1)を治水方策(a)に考慮して定量を行ったことと、大阪府が計画策定時に行った計算方法と異なる手法で定量を行ったことによるものと考えられる。ここで、大阪府の計算方法と本検討の計算方法について比較する。まず、河道に対する横流入の算定法については、本検討では大阪府の計算方法で用いられた流出率設定方法や合理式と単位図法による流量算定法を用いているが、小流域の設定など詳細に至るまでは同一にはなっていない。次に、河道内の洪水追跡法についてだが、大阪府では貯留関数法を用いているのに対して、本検討ではダイナミック・ウェーブ法によりモデル化された流動計算プログラムを用いて解析を行った。これらの差異が流量算定結果に何らかの違いをもたらしているものと考えられる。

④上記③で述べたように、ピーク流量そのものについては、計画値と今回の定量値に開きがある。しかし、治水方策によるピーク流量削減率については、治水方策(b)で計画時に期待されているものと同程度の効果が得られている。しかし、地下調節池が絡む治水方策(c)・(e)では、期待されているほどの削減効果が得られていない。このことは、地下調節池で対応する流量および貯留量が、治水計画では170m³/秒：180万m³であるのに対して、今回の検討で考慮できた、現時点の計画貯留量が14万8,100m³しかないことによる。

⑤治水緑地によりピーク流量は削減されているが、その結果、ピークカットの対象となっていない時間帯の流量が、突出した形(図-5.1中の*印)となっている場合もある。

⑥恩智川・寝屋川両治水緑地では、モデル降雨Ⅲと八尾実績降雨で満水になっている。これらの貯留に要した

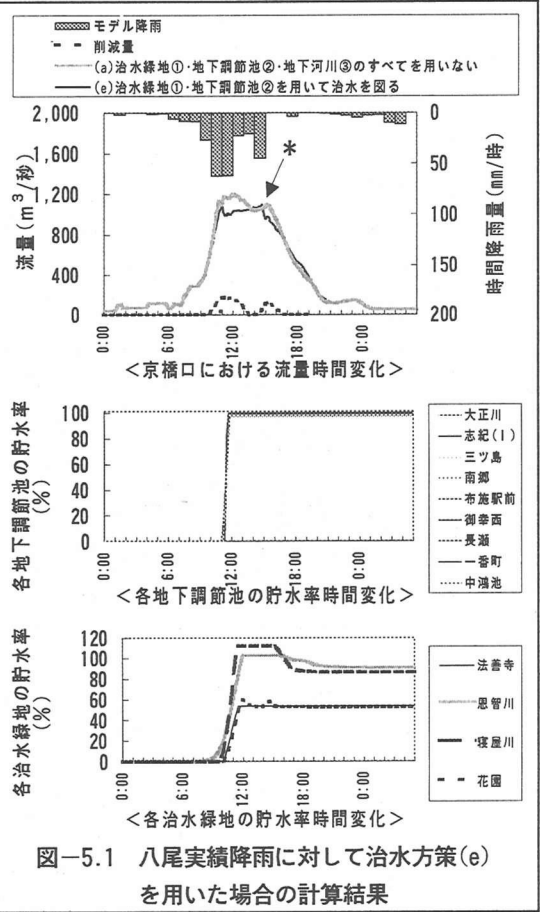


図-5.1 八尾実績降雨に対して治水方策(e)を用いた場合の計算結果

表-5.2 治水施設による流量削減効果

京橋口ピーク流量 モデル降雨	(a)①②③なし Q_0	(b)治水緑地のみあり(①) Q_1 (削減率%)	(c)地下調節池のみあり(②) Q_2 (削減率%)	(d)地下河川のみあり(③) Q_3 (削減率%)	(e)①②あり Q_{1+2} (削減率%)	(f)①②③あり Q_{1+2+3} (削減率%)
モデル降雨Ⅰ (1年に2回)	617 (m ³ /秒)	585 (m ³ /秒) (5.1 %)	599 (m ³ /秒) (2.8 %)	今回は考慮しない	567 (m ³ /秒) (8.0 %)	今回は考慮しない
モデル降雨Ⅱ (2年に1回)	1,090 (m ³ /秒)	945 (m ³ /秒) (13.4 %)	1,075 (m ³ /秒) (1.4 %)		928 (m ³ /秒) (14.8 %)	
モデル降雨Ⅲ (10年に1回)	1,145 (m ³ /秒)	952 (m ³ /秒) (16.8 %)	1,144 (m ³ /秒) (0.1 %)		949 (m ³ /秒) (17.1 %)	
八尾実績降雨	1,197 (m ³ /秒)	1,031 (m ³ /秒) (13.8 %)	1,197 (m ³ /秒) (0.0 %)		1,031 (m ³ /秒) (13.8 %)	
大阪府治水計画 (第3次)	(基本高水) 2,700 (m ³ /秒)	(削減流量) 約405 (m ³ /秒) (15 %)	(削減流量) 約200 (m ³ /秒) (7.4 %)	(削減流量) 約520 (m ³ /秒) (19 %)	(削減流量) 約605 (m ³ /秒) (22 %)	(計画高水) 850 (m ³ /秒) (68.5 %)

①4ヶ所の治水緑地 ②9ヶ所の地下調節池 ③2ヶ所の地下河川

時間を検討すると、確率年の小さい方(モデル降雨Ⅲ)が短時間で満水に達している。これは、降雨パターンの違いが影響しているものと考えられる。

6. 貯留水有効利用の可能性について(水量の面からの検討)

以上の結果から、モデル降雨Ⅰ(1年に2回)程度の降雨規模でも、各地下調節池がほぼ満水になることが推定できた。そこで、これらの施設に満水になるまで流出水を貯留して、その貯留水を雑用水(トイレ洗浄用水、掃除・散水・洗車用水)に用いるとした場合を想定して、貯留水の量的有効価値について試算を行った。なお、この試算においては、今まで考慮していなかった「S1・香里西地下調節池」についても検討する。試算方法および試算結果は下記の通りである。

<地下調節池貯留水の有効性に関する試算方法>

【考え方】以下の3ケースを想定して定量を行う

ケース A：各地下調節池の集水域毎に必要な雑用水は、各集水域毎に各施設の貯留水で賄う(貯留水配水域は各地下調節池の集水域)

ケース B：全集水域に必要な雑用水は、貯留水全量で賄う(貯留水配水域は全集水域)

ケース C：寝屋川流域全域に必要な雑用水は貯留水全量で賄う(貯留水配水域は寝屋川流域全域)

【試算方法】

① 資料1)よりケース毎に配水地域の人口密度を調べる

② 資料2)より配水地域の1人1日上水使用量を調べる

③ 上記①で収集したデータと配水域面積から、配水域の人口を推定

④ 上記②、③のデータを用いて、まず、配水域における1日上水使用量を推定

⑤ 上記④のデータと資料3)のデータ(上水給水量に占める雑用水の割合：0.25)を考慮して、配水域における1日雑用水使用量を推定

⑥ 地下調節池が満水になるまで流出水を貯留した場合の貯留水量は、配水域における雑用水使用量の何日分に相当するかを算出

【参考資料】

1) 社団法人 日本下水道協会：平成5年度版 下水道統計 行政編(平成5年4月1日～平成6年3月31日)；第50号の1、pp.1202～1203、平成7年4月。

2) 社団法人 日本水道協会：水道統計 -施設・業務編-(第76-1号)、p.1278、平成7年9月。

3) 末石富太郎 他：土木教程選書 衛生工学、p.75、鹿島出版会、昭和62年5月。

表-6.1 地下調節池貯留水の有効性に関する試算

地下調節池名	地下調節池容量 (m^3)	集水面積 (ha)	人口密度 (人/ ha)	1人1日上水 使用量 (リットル/ 人/日)	推定人口 (人)	推定1日 雑用水 使用量 (m^3 /日) F $=D * E$ $* 0.25$ $/ 10.00$	貯留 可能 水量 (日分) $= A / F$
	A	B	C	D	$E = B * C$		
ケースA							
S1 香里西	8,000	38.10	182.7	344	6,961	599	13.4
S2 大正川	14,000	268.80	116.7	369	31,369	2,894	4.8
S3 志紀(Ⅰ)	10,000	76.33	116.7	369	8,908	822	12.2
S4 三ツ島	24,000	167.47	163.2	373	27,331	2,549	9.4
S5 南郷	10,000	70.30	133.9	371	9,413	873	11.5
S6 布施駅前(Ⅰ)	12,000	105.73	110.4	390	11,673	1,138	10.5
S7 御幸西(中神田)	20,000	531.00	182.7	344	97,014	8,343	2.4
S8 長瀬	23,000	75.29	110.4	390	8,312	810	28.4
S9 一番町	15,000	811.57	165.2	373	134,071	12,502	1.2
S10 中鴻池	20,100	71.71	110.4	390	7,917	772	26.0
ケースB	156,100	2,216.30	154.7	365	342,968	31,302	5.0
ケースC	156,100	2,216.30	—	433	2,800,000	303,100	0.5

試算の結果、ケース A では地下調節池の容量と集水域の人口との関係によって有効性に大きな差があるものの、最小でも1日分、最大で28日分の雑用水用水源を確保することになる。また、ケース B では5日分の雑用水用水源を確保することになる。ケース C では半日分の雑用水用水源にしかない。

貯留水をどの地域で利用するかは大きな課題であり、上記の試算からはおおよその可能性しか指摘することはできないが、水量に限って論ずるなら、実際には利用されていない貯留水が非常に有効な水源となりそうである。

7. おわりに

本検討では、大阪府下の寝屋川流域を対象に、4モデル降雨について、表-5.1を参照に、(a)①・②・③のすべてを用いない場合、(b)①のみを用いて治水を図る場合、(c)②のみを用いて治水を図る場合、(e)①・②を用いて治水を図る場合それぞれの実施を想定して定量を行った。また、それらの結果から貯留施設の稼働特性やピーク流量削減効果について検討した。検討の結果、治水緑地は期待されている治水効果をもたらすことが確認できた。また、地下調節池は、1年に2回程度の確率降雨によってでも、ほぼ満水になることが明らかになった。さらに、満水時の貯留水を雑用水源として利用する場合の有効性を試算したところ、各地下調節池の貯留水をそれぞれの施設の集水域で利用するなら、最小でも1日分、最大で28日分の雑用水用の水源となりうることが明らかになった。しかし、今回の検討で考慮した地下調節池の総規模は、治水計画全体で予定している規模の1割にも満たないため、治水の観点から考えると、現行では十分な治水効果が得られないということが明らかになった。

今後は、未着手の治水方策(d)・(f)について定量を行い、今回指摘した問題点なども含めて検討を進める予定である。また、地下調節池に多量の流出水を貯留可能であることが予想できたので、貯留水の利用地域設定などについてさらに検討を進め、水環境創造の為の新規都市用水として有効利用する方策を検討していきたい。

【謝辞】本論文をまとめるに当たり、大阪府、大阪市から水関連行政に関する多くの資料提供を受け、参考にさせて頂いた。これに関連して、大阪府寝屋川水系改修工営所・清水清氏(現・大阪府安威川ダム建設工事事務所所長)および戸上拓也氏、大阪市水道局工務部水質試験所・小笹泰氏、大阪市下水道局西部管理事務所設備課・菅野悦次氏の各位に厚く謝意を表す次第である。

【参考文献】

- 1)村岡浩爾：21世紀における環境創造を目指してー都市水環境の立場から，第12回環境工学連合講演会講演論文集，pp.53～56，1997年1月。
- 2)内藤正明(構成)：環境調和型都市ー地球時代の新たな都市像を求めてー，Energy 21 f Better Environment-2，エッソ石油㈱，1993年11月。
- 3)新井正：都市の水文環境，共立出版，1987年2月。
- 4)K. Muraoka and T. Seoka：Water Balance and Hydrological Cycle in Osaka Urban Area，Tech. Repts. of Osaka Univ.，Vol.42，No.2098，pp.189～196，1992。
- 5)K. Muraoka：Can water mass balance play an available index for improving water environment of large city?，Proc. China-Japan Bilateral Symposium on Fluid Mech. & Management Tools for Environment，pp.291～298，1994。
- 6)寝屋川流域総合治水対策協議会：寝屋川流域整備計画，1990年5月。
- 7)仁連孝昭：関西の水の需要供給の現状と将来予測，日本水環境学会関西支部第一回研究発表会講演集，pp.3～4，1996年11月。
- 8)パンフレット「安全で快適な寝屋川をめざして 寝屋川流域総合治水対策」，大阪府土木部河川課，平成8年4月。
- 9)大阪府提供の各種データ
- 10)林忠灯：寝屋川の流動解析と流況改善に関する研究，大阪大学大学院平成8年度修士論文，1997年3月。