

都市河川治水施設による貯留水の有効利用
—降雨特性を考慮した季節別利用方法の提案—

Usage of Storage Water in Flood Control Facilities
—Suggestion to Use the Storage Water according to Seasonal Rainfall Characteristics—

村岡 浩爾* ○村岡 治道**
Kohji MURAOKA* Harumichi MURAOKA**

ABSTRACT : In the urban area, there are two big issues concerning water caused by rapid urbanization, flood disaster and big demand for water. In order to prevent the urban area from flood disaster, three strategies are adopted ; drainage works, storage works and infiltration functions.

In 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 the flood disaster with the storage works. These storage facilities are used a few times a year, and these facilities can keep much water.

In this paper, we will discuss the method of the using the flood control facilities in Neya River Basin as the water supplying work facilities. According to the seasonal rainfall characteristics, these facilities are not used from October to May because most of rainfalls in this term are small. We suggest the method of the using these facilities as the water supplying work facilities in this term. If using storage water as the general service water, these facilities can supply more than half amount of water demand in the catchment area of underground water tank.

KEYWORDS : Neya River Basin, Flood Control Facility, Usage of the Storage Water, Seasonal Rainfall Characteristics, Return Period.

1. 結論

日本の各都市域では、大雨時に発生する多量の流出雨水に対処するために、雨水流出抑制策に基づいた各種貯留施設の整備が進められている。他方、都市域は常に多量の都市活動用水を必要としており、周辺地域からの導水により需要を満たしている。

このような状況で持続的発展が求められている都市域では、従前の手法で新規水源を確保・開発することに関して問題点が指摘されており、新たな発想・手法による新規都市活動用水の確保が求められている^{1)~3)}。

本研究では、前報⁴⁾に引き続き、大阪府下・寝屋川流域で設置が計画されている各種治水対策用貯留施設を都市域内に存在する都市活動用水貯留施設として活用する手法、即ち、治水施設を利水施設へ転用する手法について検討する。なお、前報⁴⁾において不備であった点も考慮して、今回の検討では下記の項目について取り組むこととする。

1)寝屋川流域における季節別降雨特性の検討

降雨の発生頻度および降雨規模が一年を通じて一様でないことから、治水施設の稼働状況にも季節により偏りのあることが推察できる。そこでまず最初に、近年10年間ににおける寝屋川流域代表点について降雨

* 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻教授 Prof. of Graduate School of Osaka University

**大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻博士後期課程 Dr. Candidate of Graduate School of Osaka University

特性の評価を試みる。

2) 寝屋川流域における現行治水計画による治水効果の評価

上記検討結果を踏まえて、シミュレーションにより治水施設稼働状況を季節毎に再現し、治水効果の評価を行う。これにより、治水施設を利水に転用することについて、治水安全上、支障のない時期を明らかにする。

3) 利水施設としての施設利用方法の提案およびその有効性の評価

一年のある期間に限って治水施設を利水施設に転用するという方針を提案すると同時に、その方針に基づいて得られる新規都市活動用水の定量および評価を行う。

2. 寝屋川流域の概要⁴⁾

寝屋川流域は大阪府下に位置しており、南北を大和川と淀川とに囲まれた台形状の地形である。総面積は約270km²(東西方向：14km、南北方向：19km)、人口はおおよそ280万人程度であり、流域内には大阪市をはじめ12市が含まれている。この流域の地形は、南北の2河川(大和川・淀川)の氾濫区域であった経緯から、流域の83%が低平な沖積平野となっている。また、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、これらは大阪城近傍の京橋口に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。流域内には、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がある。前者の内水域は流域の4分の1に達しており、この地域では下水道管渠などで雨水を集水してからポンプ場を経て河道に強制排出されている。

以上のような自然条件と急激な都市化の進行という状況の変化が絡み合った結果、この流域では浸水被害が多く発生するようになり、寝屋川流域都市水防総合計画(後に、寝屋川流域整備計画に改正)が策定され、これに基づいた治水事業が展開されることとなった。

3. 季節別降雨特性^{5), 6)}

3.1 はじめに

降雨特性は一年を通じて様でないことから、寝屋川流域に設置される治水施設の稼働状況は季節により異なることが予想される。そこでまず最初に、1987年以降10年間の寝屋川流域における降雨観測データを用いて、季節別降雨特性を評価する。なお、この結果を用いて、季節毎の治水施設稼働状況の再現およびその評価を後に行うこととする。

3.2 検討条件

検討には、1987年1月1日から10年間に観測された1時間単位のアメダス・データを用いる。降雨観測地点は寝屋川流域最下流地点の京橋口近傍(大阪市中央区大手前4-1-76)であり、データは大阪管区气象台によって観測されたものである。

用いるアメダス・データに対して、下記のような方法⁷⁾に従って検討を行うこととした。

①一年を下記のような5つの季節に区分する。この区分に従ってデータを整理することで、季節別降雨特性の把握を行うこととする。

・春期(3、4、5月) ・梅雨期(6、7月) ・夏期(8、9月) ・秋期(10、11月) ・冬期(12月、1月、2月)

②上記5区分に通年という区分を加えた計6区分それぞれについて、下記4項目に着目してデータの整理を行うこととする。

・降雨継続時間(1降雨の継続時間：時間)

・総降雨量： R_{sum} (1降雨当たりの降雨量の和：mm/1降雨)

・時間最大降雨量： $R_{max:1H}$ (1降雨における時間降雨量の最大値：mm/時間)

・24時間最大降雨量： $R_{max:24H}$ (1降雨における24時間降雨量の最大値：mm/24時間)

なお、降雨継続時間が24時間以下の降雨では

$R_{sum}=R_{Max:24Hr}$ となり、24時間より長ければ $R_{sum} \geq$

$R_{Max:24Hr}$ となる。

③対象とする降雨は、 $R_{sum} \geq 0.5mm/1$ 降雨とする。

④断続的に観測されるような降雨に対しては、降雨休止状態が連続4時間続いた時点で、一つの降雨が終了したものと見なす。

3.3 降雨データの概況

降雨データの概況を表-1～5に示す。

季節別降雨観測回数(表-1)に着目する

と、春期に最も多くの降雨が観測されており、次いで梅雨期、夏期の順となる。24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ (表-2)に着目すると、年間のおおよそ半分の降雨が10(mm/24時間)以下である。また、60(mm/24時間)以上の降雨は、主に梅雨期と夏期において観測されている。100(mm/24時間)程度以上の降雨については(表-4参照)、検討対象の10年間では梅雨期と夏期の他に春期(5月の前半)でも2回観測されている。時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ に着目すると(表-3)、年間のおおよそ2/3の降雨が4(mm/時間)以下である。また、20(mm/時間)以上の降雨は、主に梅雨期と夏期において観測されており、春・冬期では1降雨も観測されていない。

表-1 降雨観測回数の内訳 (回数/季節区分)

	春期	梅雨期	夏期	秋期	冬期	年間
1987	31	21	11	16	15	94
1988	27	19	27	13	12	98
1989	30	22	20	9	23	104
1990	24	16	15	19	19	93
1991	26	28	13	10	13	90
1992	37	13	12	9	18	89
1993	14	27	25	12	20	98
1994	18	15	15	7	11	66
1995	28	21	10	7	9	75
1996	18	16	14	14	13	75
10年間	253	198	162	116	153	882

表-2 24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ の各規模別降雨観測回数内訳 (回/季節区分/10年間)

(mm/24時間)	0～10(mm/24時間)	10～20	20～30	30～60	60～	総回数
春期	153	55	23	19	3	253
梅雨期	117	30	15	20	16	198
夏期	93	25	14	20	10	162
秋期	69	28	6	11	2	116
冬期	111	27	9	4	2	153
通年	543	165	67	74	33	882

表-3 時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ の各規模別降雨観測回数内訳 (回/季節区分/10年間)

(mm/時間)	0～4(mm/時間)	4～7	7～10	10～20	20～	総回数
春期	192	32	14	15	0	253
梅雨期	115	33	13	27	10	198
夏期	89	17	18	22	16	162
秋期	81	19	9	5	2	116
冬期	130	13	6	4	0	153
通年	607	114	60	73	28	882

表-4 24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ 上位10降雨

順位	降雨観測開始日	降雨継続時間(時間)	24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ (mm/24時間)	時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ (mm/時間)
1	1989/09/02	19	210	22
2	1990/09/13	9	148	62
3	1988/06/02	44	130	14
4	1995/05/11	27	124	10
5	1993/07/04	15	116	28
6	1995/07/04	16	105	45
7	1987/05/13	27	98	11
8	1989/09/19	14	97	29
9	1993/09/30	13	88	20
10	1996/06/20	26	86	12

表-5 時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ 上位10降雨

順位	降雨観測開始日	降雨継続時間(時間)	時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ (mm/時間)	24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ (mm/24時間)
1	1990/09/13	9	62	148
2	1996/08/29	8	49	61
3	1995/07/03	19	45	76
4	1995/07/04	16	45	105
5	1987/09/11	2	35	51
6	1988/09/03	2	31	38
7	1989/09/19	14	29	97
8	1993/07/04	15	28	116
9	1989/08/25	1	28	28
10	1989/09/22	4	27	32

3.4 各季節区分毎におけるReturn Periodの算定 8)、9)、10)

季節に関する5つの区分と通年という区分それぞれに着目して、24時間最大降雨量： $R_{Max:24Hr}$ および時間最大降雨量： $R_{Max:1Hr}$ それぞれのReturn Periodを算定し、その評価を行う。算定は下記の要領で行うこととする。

①Return Period算定対象降雨規模の設定

各季節区分毎に10年間で観測された降雨すべてを $R_{Max:24Hr}$ および $R_{Max:1Hr}$ それぞれに着目して小規模順に並べ換

える(図-1)。次に各季節区分毎に10年間で観測された降雨の回数(表-1の最下段の数値)の50、70、80、90、95、98、99、100%

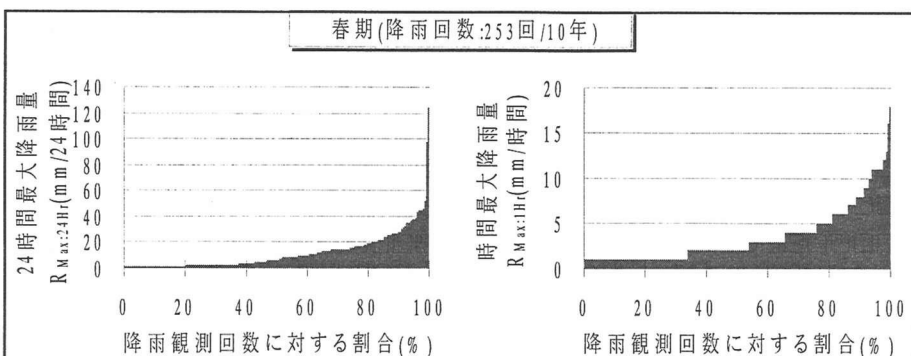


図-1 各季節区分毎に降雨を小規模順に並べ換えた(春期253降雨/10年の場合)

に相当する回数に着目して、Return Periodを算定する降雨規模として表-6のよう

表-6 Return Period算定対象降雨規模区分

	小規模順の順位	【例】春期253降雨/10年の場合
レベルⅠ	各季節区分毎に10年間で観測された降雨総回数の50%に相当	小規模順で126(=253×0.50)番目の降雨
レベルⅡ	" 70%に相当	小規模順で177(=253×0.70)番目の降雨
レベルⅢ	" 80%に相当	小規模順で202(=253×0.80)番目の降雨
レベルⅣ	" 90%に相当	小規模順で228(=253×0.90)番目の降雨
レベルⅤ	" 95%に相当	小規模順で240(=253×0.95)番目の降雨
レベルⅥ	" 98%に相当	小規模順で248(=253×0.98)番目の降雨
レベルⅦ	" 99%に相当	小規模順で250(=253×0.99)番目の降雨
レベルⅧ	" 100%に相当	小規模順で253(=253×1.00)番目の降雨

るので、春期・レベルⅠは小規模順に並べたもののうちの126(=253×0.50)番目の降雨がReturn Period算定対象降雨の規模となり、春期・レベルⅥでは小規模順に並べたもののうちの248(=253×0.98)番目の降雨の規模がReturn Period算定対象降雨となる。なお、

表-7 24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ に着目した特性

	1987～1996年における $R_{Max:24Hr}$ の特性					
	(左側数値：降雨量・mm/24時間、右側数値：Return Period・年)					
	春期	梅雨期	夏期	秋期	冬期	通年
レベルⅠ	6 - 1	7 - 1	6 - 1	7 - 1	5 - 1	6 - 1
レベルⅡ	15 - 1	14 - 1	16 - 1	13 - 1	10 - 1	14 - 1
レベルⅢ	19 - 1	26 - 1	28 - 1	16 - 1	14 - 1	20 - 1
レベルⅣ	28 - 1	50 - 1	43 - 1	34 - 1	20 - 1	35 - 1
レベルⅤ	37 - 1	65 - 2	65 - 2	40 - 2	28 - 3	51 - 1
レベルⅥ	45 - 2	78 - 3	88 - 5	58 - 4	45 - 20	69 - 1
レベルⅦ	52 - 3	105 - 6	97 - 7	77 - 10	51 - 42	86 - 2
レベルⅧ	124 - 949	130 - 16	210 - 530	82 - 13	69 - 418	210 - 172

表-7～8の各欄左側に各季節区分毎における各レベルの降雨規模を示す。

表-8 時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ に着目した特性

	1987～1996年における $R_{Max:1Hr}$ の特性					
	(左側数値：降雨量・mm/時間、右側数値：Return Period・年)					
	春期	梅雨期	夏期	秋期	冬期	通年
レベルⅠ	2 - 1	3 - 1	4 - 1	2 - 1	2 - 1	2 - 1
レベルⅡ	4 - 1	6 - 1	8 - 1	4 - 1	3 - 1	5 - 1
レベルⅢ	5 - 1	10 - 1	11 - 1	6 - 1	4 - 1	7 - 1
レベルⅣ	8 - 2	16 - 1	20 - 1	9 - 1	6 - 1	11 - 1
レベルⅤ	11 - 3	20 - 1	24 - 2	11 - 2	9 - 2	17 - 1
レベルⅥ	12 - 4	26 - 2	31 - 3	17 - 4	11 - 4	22 - 1
レベルⅦ	13 - 4	28 - 2	35 - 4	22 - 8	15 - 14	27 - 1
レベルⅧ	18 - 16	45 - 11	62 - 64	25 - 14	18 - 39	62 - 35

②確率評価用母集団データとしての極値抽出

大阪管区気象台観測の月別日最大降雨量および月別時間最大降雨量(1942～1996年の55年分)を用いて、6季節区分それぞれの極値を各年毎に抽出する。

③Gumbel分布の適用およびReturn Periodの算定

次に、上記②で得たデータを母集団(n=55)として、Gumbel分布(母数推定法：最尤法)を適用し、①で設定

した各季節区分毎のReturn Period算定対象降雨規模各レベルに対してReturn Periodを算定する。

なお算定に際しては、大阪府による治水計画策定時の手法をできる限り踏襲することとした。

以上の方法により算定したReturn Period(表-7～8の各欄右側数値)については、下記の点に注目することができる。

・時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ ：20(mm/時間)程度の降雨(表-8の網掛け部)に着目すると、梅雨期・夏期ではReturn Period:1年、秋期では4～8年であるのに対して、春期では16年、冬期では39年となる。このことから、梅雨期・夏期では毎年観測される程度の降雨規模でも、季節が異なれば滅多に観測されない降雨になることが伺える。

・大規模な降雨が梅雨期・夏期に集中している。この点について、母集団として用いた1942～1996年の55年分のデータについても検討を行った。各年で観測された $R_{Max:24Hr}$ および $R_{Max:1Hr}$ それぞれの年間最大規模降雨発生季節の内訳を整理すると、表-9のようになる。一年で最も大きな規模の降雨は梅雨期・夏期に集中して観測されている点が1942～1996年の55年分のデータ(表-9)からも言える。なお、最大規模降雨が一年に2回発生することもあるため、表中に記載のデータの和がデータ数：55とは必ずしも一致しない。

表-9 1942～1996年の各年における年間最大規模降雨の季節別観測回数(降雨観測回数/季節区分/55年間)

	春期	梅雨期	夏期	秋期	冬期
$R_{Max:24Hr}$	6	23	18	9	0
$R_{Max:1Hr}$	2	25	25	5	0

・24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ の確率評価(表-7)については、春・夏・冬期の最大規模降雨(レベルⅢ)に対する値が非常に大きくなった。この要因の一つとして、母集団として用いた1942～1996年の55年分の日最大降雨量の定義と本検討で設定した24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ の定義が厳密には異なることが挙げられる。母集団データの定義は、施された統計処理が年代によって多少異なるものの、例えば朝9時から翌朝9時までの降雨量をもって日降雨量としており、他方、本検討で設定した条件では、24時間最大降雨量 $R_{Max:24Hr}$ は1降雨の24時間当たりの最大降雨量としている。

4. 治水効果の評価

4.1 はじめに

大阪府策定の治水計画に基づいて設置される治水施設について、季節毎に施設稼働状況を再現し、治水効果の評価を試みる。これにより、治水施設を利水に転用することについて、治水安全上、支障のない時期を明らかにする。

4.2 シミュレーション方法

稼働状況の再現に際しては、現段階で設定された治水手法および考慮可能な事項を盛り込んだ流出-貯留シミュレーション・プログラム⁹⁾を使用することとした。計算条件の概要を表-10に示す。入力データとなるモデル降雨については、下記の要領で作成した。

①モデル降雨の時間最大降雨量は、表-8の $R_{Max:1Hr}$ に着目して、各季節毎の各

表-10 シミュレーション条件

河道断面のモデル化および節点数	治水計画に基づいて行われる河道改修後の河道断面を181節点でモデル化								
計算時間間隔	入力データの時間間隔は1時間 有効降雨量および横流入量の算出時間間隔は1時間 河道ネットワークモデル上の算出時間間隔は15秒								
境界条件	上流端：外水域から河道へ流入する水量を流量データとして与える 下流端：河口を下流端とし、大阪湾平均潮位(固定値)を潮位データとして与える								
基礎式	$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f - S_0 \right) + \frac{qQ}{A} = 0$ $\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$ Q: 流量 A: 断面積 h: 水深 S_0: 水底床勾配 S_f: 摩擦勾配 $= n^2 Q \left(\frac{4}{R^3 A^2} \right)$ q: 河道単位長さ当たりの横流入量(流入を正とする)								
治水施設のモデル化	<table><tr><td>排水機場</td><td>検討対象地域内に位置している毛馬排水機場のみをモデル化</td></tr><tr><td>治水緑地</td><td>治水施設への越流堰を河川水が越流する現象を再現</td></tr><tr><td>地下調節池</td><td>集水対象地域に対して、晴天時計画時間最大汚水量1Qshの20倍¹⁰⁾を超える流出水量を導水して貯留</td></tr><tr><td>地下河川</td><td>・集水対象地域に対して、晴天時計画時間最大汚水量1Qshの20倍¹⁰⁾を超える流出水量を導水して貯留 ・北部地下河川に対しては、城北川の河川水位が一定レベルを超えると河川水が流入して貯留 ・貯留水量が容量比9割に達すると、容量比7割になるまで排水</td></tr></table>	排水機場	検討対象地域内に位置している毛馬排水機場のみをモデル化	治水緑地	治水施設への越流堰を河川水が越流する現象を再現	地下調節池	集水対象地域に対して、晴天時計画時間最大汚水量1Qshの20倍 ¹⁰⁾ を超える流出水量を導水して貯留	地下河川	・集水対象地域に対して、晴天時計画時間最大汚水量1Qshの20倍 ¹⁰⁾ を超える流出水量を導水して貯留 ・北部地下河川に対しては、城北川の河川水位が一定レベルを超えると河川水が流入して貯留 ・貯留水量が容量比9割に達すると、容量比7割になるまで排水
排水機場	検討対象地域内に位置している毛馬排水機場のみをモデル化								
治水緑地	治水施設への越流堰を河川水が越流する現象を再現								
地下調節池	集水対象地域に対して、晴天時計画時間最大汚水量1Qshの20倍 ¹⁰⁾ を超える流出水量を導水して貯留								
地下河川	・集水対象地域に対して、晴天時計画時間最大汚水量1Qshの20倍 ¹⁰⁾ を超える流出水量を導水して貯留 ・北部地下河川に対しては、城北川の河川水位が一定レベルを超えると河川水が流入して貯留 ・貯留水量が容量比9割に達すると、容量比7割になるまで排水								
流域のモデル化	20の外水域と36の内水域に分割してモデル化								
横流入の算出法	①大阪府の計画策定時の設定を踏襲して有効降雨量を算出 ②有効降雨量に対して、合理式および単位図法を適用して河道への横流入量を算出 $Q = \frac{1}{3.6} \cdot f_r \cdot r \cdot A$ Q: 洪水ピーク流量 f_r: 流出率 r: 各時間ステップにおける流域内の平均降雨強度 A: 小流域面積 ③内水域においては、さらに貯留因数法を適用								

レベルに相当するモデル降雨を作成した。なお、この時の総降雨量は $R_{Max:1Hr}$ 各規模毎に複数規模設定した。

②降雨波形については、治水施設整備完了時(21世紀半ば)の降雨波形の傾向が予測できないことから、正規分布波形とした。

4.3 考察

シミュレーション結果(表-11)から、施設稼働特性として下記の点に注目する。

(A)春・秋・冬期(1～5月、10～12月)では、治水施設なしのケース(表中の④)の最大流量が計画高水流量：850 m^3 /秒を上回ることがない。

(B)他方、梅雨期および夏期(6～9月)では、最大規模降

雨(レベルⅦ)に対する治水施設ありのケース(表中の③)でも計画高水流量：850 m^3 /秒を上回る。なお、レベルⅦに相当するケース(表中の③')では、治水施策により最大流量が計画高水流量：850 m^3 /秒以下にまで低減されていることがわかる。

以上より、梅雨期および夏期(6～9月)では治水を優先すべき状況が発生しているが、春・秋・冬期(1～5月、10～12月)では各季節別 $R_{Max:1Hr}$ ：最大規模降雨(レベルⅦ)相当の降雨(Return Period：14～39年)でも治水の必要のないことが明らかになった。治水施設の利水への転用に際しては、利水時における治水機能の阻害が問題となるが、以上の検討結果から、施設の利水への転用を春・秋・冬期(1～5月、10～12月)において行うことは、治水機能の阻害につながらず、治水面では問題のないことが明らかになった。

表-11 季節別貯留施設稼働状況シミュレーション結果

	時間最大 降雨量 $R_{Max:1Hr}$ (mm/時間)	$R_{Max:1Hr}$ の 規模	24時間 降雨量 $R_{Max:24Hr}$ (mm/24時間)	京橋口の最大流量(m^3 /秒)			各施設内 残留水量 (m^3)②
				治水施設 なし	治水施設 あり①	流量 低減率 (%)	
春期	18	レベルⅥ	66	650 (A)	600	8	659,929
梅雨期	28	レベルⅦ	116	1,024	830 (B)	19	903,781
	45	レベルⅦ	76	1,153	908 (B)	21	2,545,397
			105	1,217	943 (B)	23	3,211,188
夏期	35	レベルⅦ	51	908	755 (B)	17	954,944
	62	レベルⅦ	148	1,343	1,048 (B)	22	3,948,290
秋期	25	レベルⅦ	37	644 (A)	595	8	567,146
冬期	18	レベルⅥ	51	605 (A)	563	7	475,952

①京橋口における計画高水流量：850 m^3 /秒

②現時点で考慮できる貯留施設の総容量：約450万 m^3

5. 利用期間を限定した貯留水利用手法の提案

5.1 はじめに

利水施設としての施設利用手法の提案およびその有効性の評価を行う。治水を目的とした施設を他用途へ転用するに際しては、本来の機能である治水機能を阻害しないことが求められる。この点に関しては、前述の検討結果から春・秋・冬期(1～5月、10～12月)において治水の必要性が生じていないことを明らかにした。ここではこれを受けて、当該期間においてのみ治水施設を利水目的に転用することを想定して検討を進めることとする。

5.2 利水の方針

利水の方針としては下記のように設定する。

【施設を利水へ転用する期間】

・治水機能を必要としない期間(=春・秋・冬期(1～5月、10～12月))に限定する。

【利水へ転用する施設の種類】

・施設への雨水貯留条件を、治水期間と利水期間とで変更する。貯留施設には河川水を貯留する治水緑地、河川水と下水を貯留・流下させる地下河川、主に下水を貯留する地下調節池の3種類がある。今回は、大阪府の計画¹⁾を参考にして、下水のみを利用対象とすることとした。従って、利水への転用施設は地下河川および地下調節池とする(現時点で考慮可能な総貯留容量：142万 m^3)。

【施設への雨水流入条件：貯留条件】

・本研究では、治水時の流入条件を大阪府の計画¹⁾を参考にして20Qsh貯留(晴天時計画時間最大汚水

量1Qshの20倍を超える下水のみを流入させる)とした(表-10参照)。

- ・利水時における貯留条件は、このことを参考に1/2に相当する10Qsh貯留および1/4に相当する5Qsh貯留の2方式を想定する。

【貯留水の利利用用途】

- ・貯留水は雑用水(トイレ洗浄水、掃除・散水・洗車用水)として利用することとする。

【貯留水の利利用地域】

- ・下記の2ケースについて検討する。

<ケース①>寝屋川流域全域で利用するケース(1日雑用水使用水量：303,100m³/日^{*)})

<ケース②>地下調節池集水域で利用するケース(1日雑用水使用水量：31,302m³/日^{*)})

なお、実際に貯留水を利用するに際しては、貯留施設への流入水水質や貯留施設滞留期間における水質の変化、貯留水の浄化手法など、水質に関して検討すべき項目が多いが、今回は特に水量に着目した検討を行う。

また、検討に際しては、下記2点を考慮して検討対象とする降雨規模を限定することとする。

- ・時間最大降雨量 $R_{Max:1Hr}$ ：2mm/時間(Return Period算定対象降雨規模レベルⅠに相当)より小規模な降雨では、十分な雨水流出が生じず、貯留施設への貯留は生じないと仮定する。即ち、検討では $R_{Max:1Hr}$ ：2mm/時間(Return Period算定対象降雨規模レベルⅠに相当)以上の降雨を検討対象とする。
- ・Return Period：2年以上の降雨は、毎年の降雨発生を確実に期待できないことから、定常的な利水対象降雨として取り扱うことは不適切とする。即ち、検討ではReturn Period：2年未満の降雨を対象とする。

この結果、「3. 季節別降雨特性」に用いた1987年以降10年間における降雨(観測総数：882降雨)のうち、利水対象となる降雨数は下記ようになる。

【利水対象降雨数】

- ・春期(3、4、5月の92日間)：139回/10年
- ・秋期(10、11月の61日間)：68回/10年
- ・冬期(12月、1月、2月の90日間)：89回/10年

5.3 貯留が見込まれる水量の検討

「4. 治水効果の評価 4.2 シミュレーション方法」の手法に対して、地下河川および地下調節池への貯留条件の変更を考慮してシミュレーションを行った。その結果を表-12に示す。

表-12のH、I欄には次式で算出した値を示している。

$$\text{対1日雑用水使用水量比}(\text{日/1降雨}) = \frac{\text{各降雨規模に対して推定された総貯留水量}(\text{m}^3/\text{1降雨})^{*1}}{\text{貯留水の利利用地域ケース別1日雑用水使用水量}(\text{m}^3/\text{日})^{*2}} \quad \text{式(1)}$$

*1：1降雨当たり総降雨量の規模区分け「中」に該当する水量(表-12・F欄の値)を適用

*2：ケース①では303,100m³/日、②では31,302m³/日を適用

また、表-12のJ、K欄には次式で算出した値を示している。

$$\text{雑用水使用水量への換算値}(\text{日/季節区分/年}) = \frac{\text{対1日雑用水使用水量比}(\text{日/1降雨}) \times \text{該当降雨数}(\text{降雨/10年})}{10} \quad \text{式(2)}$$

さらに、式(2)による算出値(表-12中のJ、K欄の値)を各季節毎で足し合わせた結果を、各季節毎に雑用水として確保可能な水量として表-13に示す。

対1日雑用水使用水量比(表-12のH、I欄)および雑用水使用水量への換算値(表-12のJ、K欄)、さらに表-13に着目すると、次の点に注目することができる。

表-12 シミュレーション結果

	R _{MaxJHt} の規模	時間最大降雨量 R _{MaxJHt} (mm/時間)	Return Period (年)	該当降雨数* (降雨/10年)	総貯留水量(m ³)			対1日雑用水使用 水量比(日/1降雨)		雑用水使用水量への 換算値(日/季節区分/年)	
					1降雨当たり総降雨量の 規模区分け			貯留水の利用地域 ケース		貯留水の利用地域 ケース	
					小	中	大	①	②	①	②
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
貯留条件: 10Qsh											
春期	レベルⅠ	2	1	81	423	1,231	2,249	0.00	0.04	0.03	0.32
	レベルⅡ	4	1	26	3,007	11,033	19,354	0.04	0.35	0.09	0.92
	レベルⅢ	5	1	32	6,303	20,225	34,248	0.07	0.65	0.21	2.07
秋期	レベルⅠ	2	1	35	423	724	1,406	0.00	0.02	0.01	0.08
	レベルⅡ	4	1	14	3,296	5,483	7,100	0.02	0.18	0.03	0.25
	レベルⅢ	6	1	14	11,753	23,867	35,738	0.08	0.76	0.11	1.07
	レベルⅣ	9	1	5	38,533	157,932	285,216	0.52	5.05	0.26	2.52
冬期	レベルⅠ	2	1	42	423	570	1,231	0.00	0.02	0.01	0.08
	レベルⅡ	3	1	20	1,615	6,112	11,194	0.02	0.20	0.04	0.39
	レベルⅢ	4	1	17	3,007	9,939	17,096	0.03	0.32	0.06	0.54
	レベルⅣ	6	1	10	14,544	19,034	24,922	0.06	0.61	0.06	0.61
貯留条件: 5Qsh											
春期	レベルⅠ	2	1	81	110,988	124,945	138,820	0.41	3.99	3.34	32.33
	レベルⅡ	4	1	26	122,966	157,176	195,818	0.52	5.02	1.35	13.06
	レベルⅢ	5	1	32	153,288	243,277	337,325	0.80	7.77	2.57	24.87
秋期	レベルⅠ	2	1	35	110,988	119,310	127,697	0.39	3.81	1.38	13.34
	レベルⅡ	4	1	14	126,349	132,394	139,531	0.44	4.23	0.61	5.92
	レベルⅢ	6	1	14	202,840	306,132	407,435	1.01	9.78	1.41	13.69
	レベルⅣ	9	1	5	415,166	790,804	1,168,966	2.61	25.26	1.30	12.63
冬期	レベルⅠ	2	1	42	110,988	117,954	124,945	0.39	3.77	1.63	15.83
	レベルⅡ	3	1	20	113,526	134,902	156,987	0.45	4.31	0.89	8.62
	レベルⅢ	4	1	17	122,966	151,576	185,437	0.50	4.84	0.85	8.23
	レベルⅣ	6	1	10	222,156	269,400	314,704	0.89	8.61	0.89	8.61

*: D欄の該当降雨数(降雨/10年)は下記のような定義とした。

- ・レベルⅠに対する値: レベルⅠ以上、レベルⅡ未満に該当する10年間当たりの降雨数
- ・レベルⅡに対する値: レベルⅡ以上、レベルⅢ未満に該当する10年間当たりの降雨数
- ・レベルⅢに対する値: レベルⅢ以上、レベルⅣ未満に該当する10年間当たりの降雨数
- ・レベルⅣに対する値: レベルⅣ以上、レベルⅤ未満に該当する10年間当たりの降雨数

・ より多くの貯留水を確保できる点から、貯留条件としては10Qsh貯留よりも5Qsh貯留の方が好ましい。

・ 貯留された水を全量使用するのに要する日数を各降雨規模毎に考察すると、貯留水利用地域ケース①(表-12のH欄参照)では、各降雨毎の貯留水を数時間以内で使い切ってしまう場合が多い。他方、ケース②の10Qsh貯留(表-12のI欄参照)では数時間で使い切ってしまうことになるが、ケース②の5Qsh貯留(表-12のI欄参照)では数日から20余日間を要して使用することとなり、雑用水源として長期間利用することが可能となる。

・ 施設への平均的な流入頻度は、利水対象降雨数を考慮すると春期で平均して7日に1回、秋期で9日に1回、冬期で10日に1回となる。ここで、貯留水を雑用水として利用できる期間(対1日雑用水使用水量比(表-12のH、I欄))と貯留施設への流入頻度との関係を考えてみると、今回設定したケースの中で最もバランスが取れる組み合わせは、「貯留水利用地域ケース②・5Qsh貯留」である。しかし、この組み合わせにおいてでも、貯留水残量がゼロになる期間が頻繁に発生する。

・ 「貯留水利用地域ケース②・5Qsh貯留」の組み合わせを採用すると、春・秋期では使用する雑用水の8割程度を確保することが可能であり、冬期でも5割程度の水量を確保することができる(表-13参照)。

表-13 各季節毎に貯留が推奨される水量の日換算値
(日/季節区分/年)

	貯留水の利用地域ケース	
	①	②
10Qsh		
春期(92日間)	0.34	3.30
秋期(61日間)	0.40	3.92
冬期(90日間)	0.17	1.61
5Qsh		
春期(92日間)	7.26	70.26
秋期(61日間)	4.71	45.59
冬期(90日間)	4.26	41.28

6. 結論

本報では、大阪府下の寝屋川流域を対象に、21世紀半ばの完成を目指して整備が予定されている治水対策用各種貯留施設を利水施設として転用することを想定して、季節別降雨特性を考慮して検討を行った。

季節別降雨特性の検討では、1987年以降10年間の寝屋川流域における降雨観測データを用いて、降雨規模に着目した検討を行った。この結果、大規模な降雨は梅雨期および夏期に集中して発生することが明らかになった。

次に、検討した季節別降雨特性を考慮した上で、治水計画による治水効果の定量を行った。この結果、治水が必要な状況となる降雨の発生時期は、梅雨期および夏期に限定されており、春・秋・冬期には治水の必要な状況が全く生じていないことが明らかになった。

そこで、春・秋・冬期では貯留施設を用いなくとも治水に対する安全性が確保されていることを受けて、これら3季節に限定した治水施設の利水への転用を検討した。下水道施設から地下河川および地下調節池へ流入する条件を、治水時の流量設定の1/4に緩和し、貯留した水を地下調節池の集水域で雑用水として用いるとすれば、春・秋期では使用される雑用水の8割程度を、冬期でも5割程度の水量を確保できることが明らかになった。

以上の検討より、①治水施設の利水施設への転用に際しては、季節別降雨特性を考慮することで治水安全度を確保することが可能であること、②治水施設は利水施設として十分な水量を確保可能なこと、の2点を明らかにした。今後は、貯留水を利用するまでのプロセスにも配慮して、より効果的、効率的な利用方法について検討を進めていくこととしたい。

【参考文献】

- 1) 宗宮功, 「第33回下水道研究発表会 特別講演配付資料『都市水環境の新たな創造と下水道の役割 - 処理水の再利用 -』」, 社団法人日本下水道協会, 1996年7月23日.
- 2) 「(資料のページ)河川審議会答申—今後の河川環境のあり方について」, 緑の読本(シリーズ35)資源環境対策臨時増刊, Vol. 31, No. 10, 通巻401号, pp. 7~86, 公害対策技術同友会, 1995年8月.
- 3) 「(資料のページ)社会経済の変化を踏まえた今後の河川制度のあり方について(河川審議会)」, 緑の読本(シリーズ41)資源環境対策臨時増刊, Vol. 32, No. 17, 通巻423号, pp. 81~91, 公害対策技術同友会, 1996年12月.
- 4) 村岡浩爾・村岡治道, 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—, 環境システム研究 Vol. 12, pp. 83~94, 1997年10月.
- 5) 村岡浩爾・村岡治道, 近年の寝屋川流域における降雨特性, 平成10年度土木学会関西支部年次学術講演会・第Ⅱ部門, pp. Ⅱ-5-1~Ⅱ-5-2, 1998年5月.
- 6) 村岡浩爾・村岡治道, 大阪府下・寝屋川流域における近年の降雨特性と治水施設稼働特性の評価 —将来における貯留水有効利用に向けて—, 第53回土木学会年次学術講演会・第Ⅱ部門, pp. Ⅱ-2-1~Ⅱ-2-2, 1998年10月.
- 7) 社団法人 日本下水道協会, 合流式下水道越流対策と暫定指針—1982年版—, pp. 8~16.
- 8) 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.
- 9) 江藤剛治・室田明・米谷恒春・木下武雄, 大雨の頻度, 土木学会論文集, 第369号/Ⅱ-5, pp. 165~174, 1986年5月.
- 10) 神田徹・藤田隆博, 土木学会編 新体系土木工学 26 水文学 —確率論的手法とその応用—, pp. 13~63, 技報堂.
- 11) 大阪府東部流域下水道事務所, バンフレット「寝屋川北部流域下水道 門真寝屋川(二)増補幹線 —増補幹線を利用した治水システム—(治水対策と合流改善)」.