

排水施設の最適規模配置に関する一考察 一巨椋流域における事例研究一

京都大学防災研究所 正員 角屋 睦・田中丸治哉
飛島建設(株) 正員 ○熊谷 幸樹

1. 研究対象地域 京都南部の巨椋地域(52km², 図1)の主要排水河川である古川の集水域を研究対象地域として、DP手法による排水施設の最適規模配置問題の定式化の方法を検討し、流域の都市化・下段(旧干拓田)への越流湛水補償費など、最適解に及ばず諸要素の影響を考察した。この流域では特に、上流域に位置する上段地区を中心に都市化が著しく進行しているが、これに対処するため、河川改修が進められるとともに、久御山排水機場(60m³/s)が設置され、現在上流八丁地点に排水機場(10m³/s)が建設中である。

2. DP手法による定式化 排水施設の規模配置計画の方針を、「計画降雨による総流出量の排水施設の建設費を最小にすること」とする。この場合、問題は(1),(2)式で定式化される。

$$\text{目的関数: } C = \sum_{i=1}^N (C_i(Q_i) + \sum C_{0j}) \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\text{制約条件: } Q_i \geq 0, \sum Q_i = Q_t \quad (2)$$

ここに、 C :総費用、 $C_i(Q_i)$:排水量 Q_i をまかなう排水施設 i の建設費、 C_{0j} :施設 i に属する河道 j の改修費、 Q_t :総排水量、 N :施設総数、 i :施設番号、 j :河道番号。

図2に、(1),(2)式を古川に適用するために想定した排水施設の位置図を示す。下流側から施設1, 2, 4, 5は排水機場、施設3は遊水池で、施設1, 5が、それぞれ久御山・八丁排水機場を表すが、とりえず全施設は、未建設であるとする。改修対象となる河道は、下流端から八丁地点までとし、それを6区間に分ける。河道1は施設1、河道2, 3は施設2、河道4は施設3、河道5, 6は施設4にそれぞれ属する。排水すべき総流量は、支川からの総流量 $q_1 \sim q_5$ である。なお、施設1の建設費には、(3)式で表される下段への越流湛水による補償費を積算する。

$$C_g = r \cdot C_t \cdot A \quad (3)$$

ここに、 C_g :下段への補償費、 C_t :地価、 A :湛水面積、 r :補償費を地価の何%相当で表現するための補償係数。

(1),(2)式で表される費用最小化問題を排水施設への排水量配分問題として、DP手法により河道の流れと同方向の前進型計算法で解くことにする。ここで、排水施設に関する制約条件は次の4つである。1)河道疎通能は、ピーク流量以上である。2)排水機場のポンプ容量は、上流からのピーク流量以下である。3)遊水池への総流入量は、最大貯水量以下である。4)下流側の河道疎通能は、上流側のそれ以上である。なお、河道疎通能・ポンプ

Mutsumi KADOYA, Haruya TANAKAMARU and Koki KUMAGAI

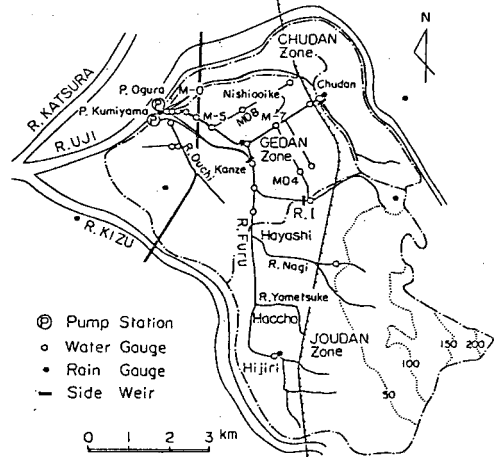


図1 巨椋地域

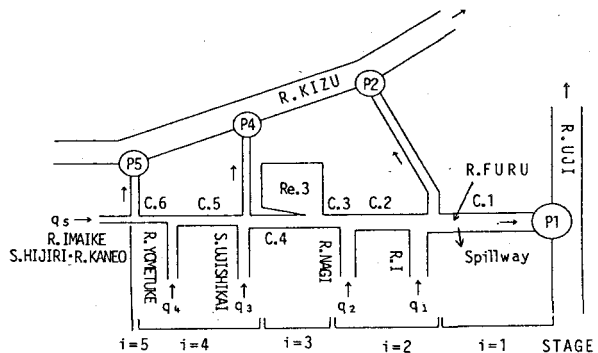


図2 古川排水施設の位置図

排水量および下段への越
流量の推定を簡便化する
ため、各支川からの流入
量ハイドログラフのピー
ク位置は不変、ピーク流
量と総流量は比例するも
のとして、上流今池川の
ハイドログラフをその原
型に選んだ。

表1 内水排除施設の最適規模配置
(下段への越流を許さない場合)

時 点	確 率 年	排水ポンプ(m³/s)				遊水池 (万m³)	排水量(万m³)					河道拡幅長 (m)						総費用 (億円)
		1	2	4	5		1	2	4	5		1	2	3	4	5	6	
過 去	10	25	-	-	-	-	237	-	-	-		-	-	2	2	1	1	120.7
	100	95	-	-	-	-	457	-	-	-		-	6	7	7	6	5	189.1
将 来	10	75	-	-	10	-	290	-	-	41		-	4	4	4	3	4	185.0
	100	120	-	30	10	-	406	-	139	46		5	7	9	9	9	9	288.0

3. 計算結果とその考察

(1)都市化による影響：都市化

が排水施設の最適規模配置に及
ぼす影響を吟味するため、都市
化前の昭和34年時点を過去に、
都市計画上の市街化区域がほぼ
全域都市化される時点を将来と
し、下段への越流を許さない条
件、すなわち補償係数を十分大
きくとり、最適化計算を行った。

表1に、過去および将来の最適解を示す。

表1より次のことが分かる。①過去では下流端ですべて排水
することが最適であったが、将来では下流端および上流の2地点で
分散排水することが得策となる。これは、都市化によってピーク
流量が増加し、河道改修費が高くなるためである。②上流地点の
排水機場として、八丁機場の他に施設4も最適解となりうる。

③施設2,3は、建設費が高いため最適施設にはならない。

(2)下段補償費の影響：古川が旧干拓田に入った地点に、超過出
水に対する洪水吐が設置されている。将来ともこれが活用される
ものとして、越水氾濫を生じた場合、その水田に補償費を払うも
のとする。補償費はとりあえず地価の100・r%として、その額の
大小が最適解に及ぼす影響を調べてみた。この場合、将来の100年を
対象として、地価が昭和46年当時の下段農地地価(3.0万円/m²)、
現状の6.1万円/m²および宅地なみ(18.2万円/m²)の3ケースにつ
いて、補償係数rの影響を検討した。表2に、地価が現状の場合
の最適解を示す。図3には、rと総費用の関係を想定した地価ごとに示す。

表2より、rが0.04以上では下段へ越流させずに、ポンプによりすべて排水するのが最適解となるのが
分かる。図3のC_L=6.1万円/m²(現状)では、rが0.03までは総費用が徐々に大きくなり、0.04 以上にな
ると一定値となる。他の2ケースも同様の傾向が見られ、地価が高くなるほど、rの急変点が小さくなる
のが分かる。下段へ越流させることが最適解となる最大のrに対応する下段補償費は、3ケースとも農地
年収穫高の約15年間分となり、これが下段への補償限界値であると判定された。

4. おわりに 将来では上流地点に排水機場を建設するのが得策となること、下段補償費には限界値があ
ることなど、古川の治水方策を決定する上で有用な結果が得られた。

表2 将来、100年確率の内水排除施設の最適規模配置
(下段への越流を許す場合、地価：現状)

補 償 係 数	排水ポンプ(m³/s)				遊水池 (万m³)	下段越 流量 (万m³)	河道拡幅長 (m)						総費用 (億円)
	1	2	4	5			1	2	3	4	5	6	
0	-	-	-	-	-	417	16	16	14	14	12	9	167.1
0.01	-	-	-	-	-	//	//	//	//	//	//	//	201.9
0.02	-	-	-	-	-	//	//	//	//	//	//	//	236.7
0.03	-	-	-	-	-	//	//	//	//	//	//	//	271.5
0.04~	120	-	30	10	-	0	5	7	9	9	9	//	288.0

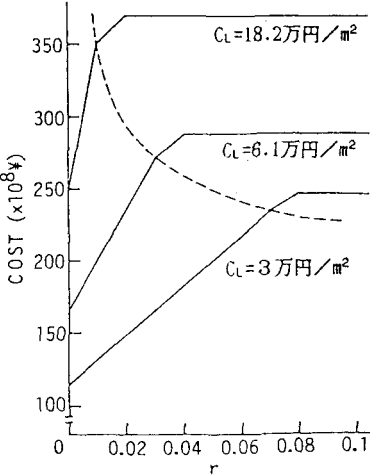


図3 補償係数rと総費用の関係