

II-92

内水排除施設の最適規模配置に関する基礎的研究

—巨椋低平都市化流域における事例研究—

京都大学防災研究所 角屋 睦・○近森秀高

1. はじめに 京都南部の巨椋低平流域（52 km²，図1）の主要排水河川である古川集水域を対象として、内水排除施設の最適規模配置について検討した。この流域では、干拓時より設置されている巨椋排水機場を中心として排水が行われてきたが、上流域を中心として著しく進行している都市化に対処するため、昭和48年以来河道改修が進められるとともに、久御山排水機場（30+30 m³/s）が増設され、また、平成2年8月には上流八丁地点に城陽排水機場（現在10 m³/s、将来5 m³/s増設）が設置された。

われわれは、これまで都市化前の昭和34年当時の状態を基礎として排水施設の規模配置を検討してきたが、今回は、現状施設を是認した上で将来望まれる内水排除施設の最適規模配置を検討した結果を報告する。なお、今回は簡便化して扱った排水機場前池の容量・支川からの流入量ハイドログラフ・古川主河道内での流量ハイドログラフの変形も詳細に取扱った。

2. DP手法による定式化 施設の規模配置は「計画降雨による流出量の排除施設建設費用を最小にすること」とすると、問題は、各施設の総排水量を決定変数として次のように定式化される。

$$\text{目的関数： } C = \sum_{i=1}^N \left(C_s^{(i)}(Q_i) + \sum C_{c_j}^{(i)} \right) \rightarrow \min \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{制約条件： } Q_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, N), \quad \sum_{i=1}^N Q_i = Q_t \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 C ：総建設費、 $C_s^{(i)}(Q_i)$ ：排水量 Q_i を排除するための排水施設 i の建設費、 $C_{c_j}^{(i)}$ ：排水施設 i に属する河道 j の改修費、 Q_t ：総流量、 N ：総排水施設数、 i ：施設番号、 j ：河道番号。

計算にあたっては次のような条件を想定する。(1) 河道疎通能はピーク流量以上である。(2) 排水機場のポンプ能力はピーク流量以下である。(3) 遊水池への総流入量は貯水容積以下である。(4) 河道の疎通能力は下流側ほど大きい。(5) 各排水機場の前池容量として、前池が溢水せず、かつ5m³/sのポンプが20分間連続運転できる

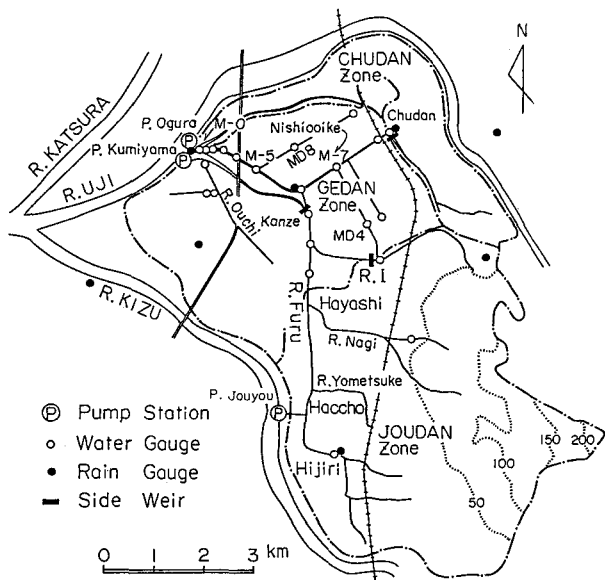


図1 巨椋流域

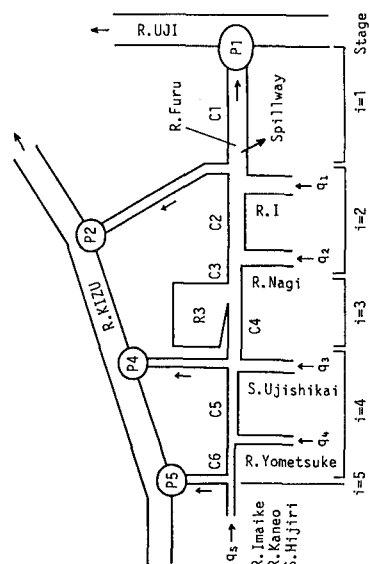


図2 排水施設位置図

容量を確保する。また、施設1の建設費用には(3)式で表される下段農地の越流湛水による補償費を含むものとする。

$$C_g = r \cdot C_L \cdot A \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 C_g :下段への補償費、 r :補償係数、 C_L :下段農地価格、 A :氾濫面積。

ここで想定した排水施設を図2に示す。下流側から施設1, 2, 4, 5は排水機場、施設3は遊水池である。施設5は城陽排水機場の将来規模である15m³/s、施設2～4は未設、河道は昭和62年当時の改修状態とする。施設1には久御山・巨椋の両排水機場を考える。ただし、久御山機場には現在

規模の60m³/sを想定するが、巨椋機場は現在の上段用ポンプ13.4m³/sをそのまま用いる場合(Case 1)と、これを更新・増設する場合(Case 2)との2ケースについて検討する。なお、建設費の計算には昭和60年当時の地価を用い、下段および八丁付近の農地が6.1万円/m²、井川・嫁付川合流点付近の農地が7.6万円/m²、宅地が18.2万円/m²とする。支川からの流入量ハイドログラフにはKW法による計算結果を用いる。

3. 現状施設の能力と将来の排水計画 下段への越流を許容しない場合、流域全体の地価を昭和60年当時の値、その2倍、1/2とした3ケースの最適解を表1に示す。ただし、(a)は10年確率出水、(b)は100年確率出水に対する解である。現在の施設は、河道は改修が必要であるが、排水ポンプは10年確率出水にほぼ対応できている。100年確率出水に対しては、Case 1については河道改修と久御山・城陽の両機場のポンプ増設の組合せが、Case 2では河道改修と久御山機場のポンプ増設・巨椋機場上段用ポンプの更新・増設の組合せが最適解となっている。このときの総建設費はCase 2の方が安くなるが、Case 1との差は10億円程度である。いずれの場合も新しい排水機場・遊水池の建設案は採用されず、既存施設の拡張案が最適解となっている。これらの結果は地価を変化させても変わらなかった。

4. 下段補償費の影響 100年確率出水時、下段への越流を許容する場合の補償係数 r と総費用 C との関係を、Case 1について下段農地の価格を変えて調べた結果を図3に示す。地価が現状通りの場合、 r が3%までは総費用が徐々に大きくなり、4%を越えると一定値となる。地価が高くなるとこの急変点に対応する r の値が小さくなる。この結果はCase 2でも同様であり、補償費には限界があることが分かる。ただし、この限界値は地価に関係なくほぼ一定で、いずれも農地年収高の約15年分程度であった。

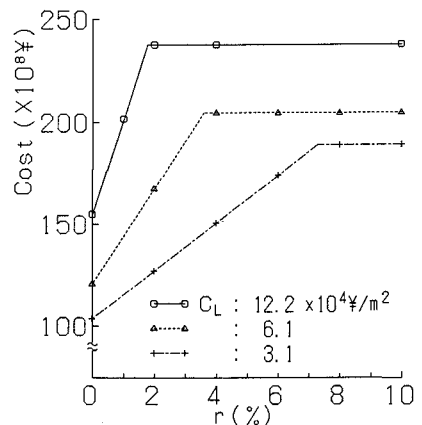
表1 内水排除施設の最適規模配置

(a) 10年確率降雨に対する最適規模配置

Case	下段農地の価格 (万円/m ²)	排水ポンプ (m ³ /s)				遊水池 (万m ³)	河道拡張長(m)						建設費 (億円)
		1	2	4	5		1	2	3	4	5	6	
1	3.1	60	-	-	15	-	5	0	5	5	4	5	96.6
	6.1	60	-	-	15	-	5	0	5	5	4	5	106.7
	12.2	60	-	-	15	-	5	0	5	5	4	5	126.9
2	3.1	65	-	-	20	-	5	0	4	4	3	4	102.2
	6.1	65	-	-	20	-	5	0	4	4	3	4	111.5
	12.2	65	-	-	20	-	5	0	4	4	3	4	130.3

(b) 100年確率降雨に対する最適規模配置

Case	下段農地の価格 (万円/m ²)	排水ポンプ (m ³ /s)				遊水池 (万m ³)	河道拡張長(m)						建設費 (億円)
		1	2	4	5		1	2	3	4	5	6	
1	3.1	120	-	-	70	-	5	0	8	8	8	9	189.0
	6.1	120	-	-	70	-	5	0	8	8	8	9	204.8
	12.2	120	-	-	70	-	5	0	8	8	8	9	237.7
2	3.1	190	-	-	15	-	5	0	12	12	10	9	177.2
	6.1	190	-	-	15	-	5	0	12	12	10	9	194.3
	12.2	190	-	-	15	-	5	0	12	12	10	9	228.5

図3 補償係数 r と総建設費 C (Case 1)