

II-230

内水排除施設計画の最適化
—巨椋低平都市化流域における事例研究(2)—

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)を対象として内水排除施設の規模配置について検討する。この流域では干拓当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、上流域を中心に急速に進行した都市化に対処するために、昭和47年度からこの流域の主要排水河川である古川の暫定改修が行われ、現在、名木川合流点付近まで進んでいる。また、昭和48年8月には古川下流端に久御山排水機場が新設され、第1期計画として30m³/sのポンプが設置された。昭和61年7月豪雨による大規模な内水災害を契機として、昭和62年9月には久御山排水機場に30m³/sのポンプが増設され、平成2年8月には古川上流八丁地点に城陽排水機場(10m³/s)が新設された。これまで、古川集水域を対象として内水排除施設の規模配置を検討してきたが、本研究では中段・下段を含む巨椋流域全体を対象とし、将来予想される極度に進行した都市化状況に対する施策について、近年都市化の著しい中内サイフォン流域の取扱を中心に検討した。

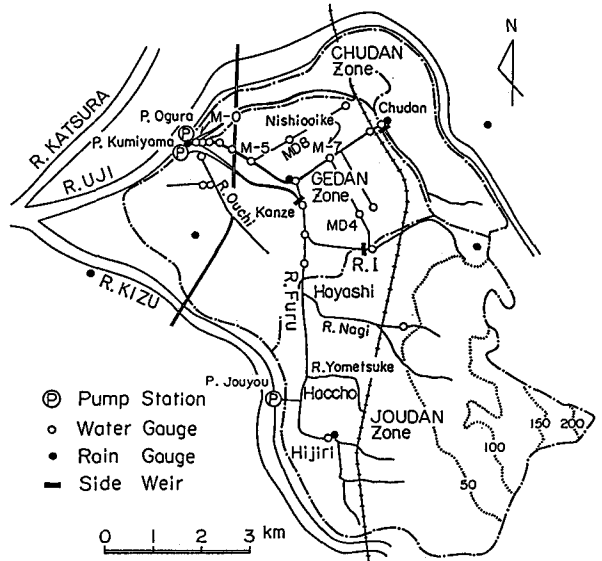


図1 巨椋流域

2. DP による定式化 最適な排水計画は「計画降雨による流出量の排除施設建設・維持管理にかかる年経費を最小にすること」とするが、ここでは総建設費最小の場合についても解を求め、比較検討する。ここで想定した排水施設を図2に示すが、巨椋流域は8ステージに分けられ、第1~5の各ステージは上段・中段・下段の排水系統別に3個の副段階に分けられる。施設①, ②, ③, ⑦, ⑨, ⑩は排水機場、④, ⑤, ⑥は洪水吐、⑧は遊水池である。施設①は久御山排水機場60m³/sと巨椋排水機場上段用ポンプ6.7m³/s、②は巨椋機場の下段用ポンプ36.8m³/s、③

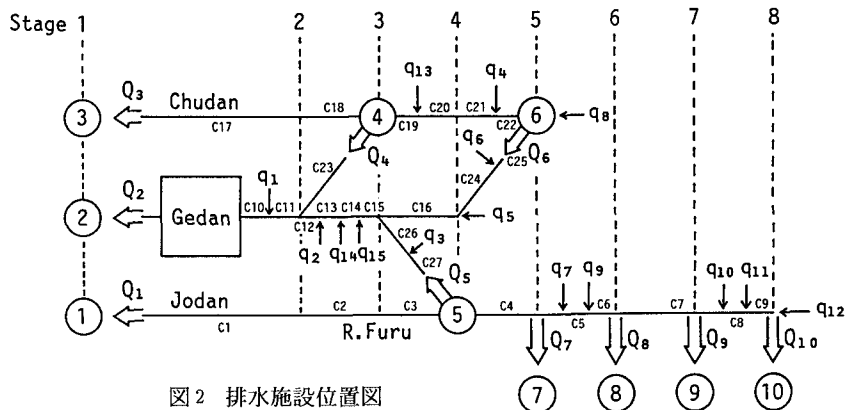


図2 排水施設位置図

は中段用ポンプ4.1m³/s、㊤は城陽排水機場15 m³/s(将来規模)、施設㊤、㊤はそれぞれ観世洪水吐、中段洪水吐とし、その他の施設は未設としている。河道は昭和62年の状況とした。

あるステージ n の副段階 (n, i) を出入りする諸量を図3のように考えると、これらの間には次の関係が成り立つ。

$$S_{n,i} + Q_{n,i} = S_{n+1,i} + Q_{n+1,i} + q_{n,i}$$

ここに、 $q_{n,i}$ ：支川から副段階 (n, i) への流入量、 $Q_{n+1,i}$ ：上流側の副段階 $(n+1, i)$ からの流入量、 $Q_{n,i}$ ：副段階 (n, i) から下流側の副段階あるいは流域外への流出量、 $S_{n+1,i}$ ：副段階 $(n+1, i)$ から副段階 (n, i) への流入量、 $S_{n,i}$ ：副段階 (n, i) から副段階 $(n-1, i)$ への流出量。この問題の目的関数である流域内の河道・排水施設の総年経費 C は次のようになる。

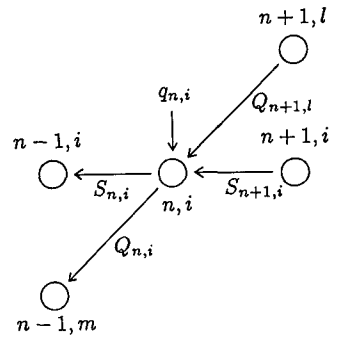


図3 副段階 (n, i) における流入・流出

表1 内水排除施設の規模配置(統合排水案)

(a)

ポンプ容量 (m ³ /s)						洪水吐堰幅 (m)			遊水池容量 (10 ⁴ m ³)	
1	2	3	7	9	10	4	5	6	8	
171.68	66.79	14.10	-	-	15.00	-	25.	56.47	-	

$$C = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^{I_n} C_{n,i}(S_{n,i}, Q_{n,i})$$

ここに、 $C_{n,i}(S_{n,i}, Q_{n,i})$ ：副段階 (n, i) でかかる年経費、 N ：

総ステージ数、 I_n ：ステージ

n に含まれる副段階の数。ところで、

$Q_n = \{Q_{n,1}, Q_{n,2}, \dots, Q_{n,I_n}\}$,

$S_n = \{S_{n,1}, S_{n,2}, \dots, S_{n,I_n}\}$

のようなベクトルを考えると、ステージ n でかかる年経費 C_n は Q_n, S_n の関数となり、これを用いて総年経費 C は次のように表現できる。

$$C = \sum_{n=1}^N C_n(Q_n, S_n)$$

この C の最小化問題は、ベクトル Q_n, S_n をそれぞれ決定変数、状態変数とし、DP手法を用いて定式化することができる。

古川集水域の治水施設の規模配置決定には100年確率降雨を、その他の内水対策のためには10年確率降雨を用い、各施設の年利子・年償却費・年維持管理費の和から年経費を算出する。また、中内サイフォン流域からの流出については現行通り下段幹線排水路から排水する統合排水案と、サイフォンを閉鎖し大内川下流端に排水機場を新設する分離排水案とについて比較検討することにした。

3. 計算結果 年経費が最小となる解を求めると、統合排水案の場合、久御山機場と巨椋機場でのポンプ増設、中段洪水吐の拡幅と中段承水路の改修の組合せとなり、下段排水路はほとんど現状のままでよいという結果になった(表1)。一方、中内サイフォン流域の分離排水案の場合、巨椋機場の下段用ポンプは現状の排水能力で十分であった。年経費は統合排水案、分離排水案(大内川流域の事業費も含む)共に20億円で同額であった。同様にして総建設費を目的関数として最適解を求めたが、結果は年経費最小の場合とほとんど変わらなかった。また、下段農地を全て水田と仮定した場合に予想される年被害額の期待値を求めたが、分離排水案では53万円であるのに対し、統合排水案では204万円であり、中内サイフォン流域からの流出が下段流域の排水施設に大きな負担になることがわかった。

(b)

河道拡幅長 (m)															
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	
0	0	0	0	0	12	12	10	8	0	0	0	0	2	6	

(c)

河道拡幅長 (m)											
C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27
1	0	0	10	12	12	0	0	0	7	0	0