

御笠川流域におけるため池の治水効果

The Effect of Flood Control by irrigation ponds in the Mikasa River Watershed

大八木豊¹ 島谷幸宏² 杉本知佳子³ 加藤憲介³ 朴埼璨²

Yutaka OYAGI Yukihiro SHIMATANI Chikako SUGIMOTO Kensuke KATO Kichan PARK

¹ 正会員 工修 ㈱建設技術研究所九州支社 (〒810-0041 福岡市中央区大名 2-4-12)

² 正会員 工博 九州大学大学院工学研究院 (〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

³ 学生会員 九州大学大学院工学府 (〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

Urban developments cause serious changes to watersheds conditions by decreasing storage area, introducing pavement and channeling. As a result, the peak discharge has been increasing and the arrival time of peak flow becomes early. The purpose of this study is to investigate the state of irrigation ponds in the Mikasa River watershed and to clarify flood control capacity of them. The result of investigation, the catchments area of all irrigation ponds was about 18%, the capacity of flood control was about 450,000m³ in the Mikasa river watershed. For the estimate of the irrigation ponds, we applied the distributed runoff model considering ponds effects about flood disaster in July 19, 2003. The result of calculation showed that the peak discharge at the Sanno Bridge decreased 20m³/s and arrival time of peak flow delayed by the irrigation ponds.

Key Words : flood control, irrigation pond, distributed model

1. はじめに

都市河川では流域の市街化に伴う浸透・貯留機能の低下, 排水路整備による流下速度の増大等により, 流出ピーク量の増加や洪水到達時間の短縮が生じている。さらに, 近年は都市域を中心に降雨強度の大きい, 短期集中の豪雨が頻発している。

研究対象である御笠川流域においても 1999 年 6 月, 2003 年 7 月の集中豪雨で甚大な浸水被害が発生している。1999 年 6 月の福岡水害では約 2,500 戸の家屋が浸水し, 博多駅周辺では地下施設全面積の約 50%が浸水する等, 都市機能が麻痺した。

現在, 御笠川は十分な河積が確保されておらず, 段階的な整備が進められている中, 河川整備とあわせて流域対策を実施することが望まれている。

この流域対策の一つとして, 既存農業用ため池の有効利用が挙げられるが, 一般に, その治水効果は次のように十分な評価がなされていないのが実状である。

①ため池の実態が不明確であるため, 治水計画上, その治水効果は評価されていない。

②ため池群としての治水効果を評価した事例はあるが, 個別の効果については煩雑となるため, 評価されていない。

しかし, 都市化の進展が著しく, 浸透・貯留機能が急速に失われつつある流域においては, 既存ため池は流域からの雨水流出を抑制する重要な貯留施設であると考えられる。

このため, 本研究は御笠川流域内の農業用ため池の実態とその治水効果をシミュレーションにより明確にすることを目的とした。

2. 御笠川流域の概要

本研究の対象河川である御笠川は福岡都市圏を北流し, 博多湾に注ぐ幹川流路延長 24km, 流域面積 94km²の二級河川である。流域内には福岡空港, JR 博多駅, 高速道路等の交通の要所が集中しており, 九州の社会・経済の基盤となっている(図-1 参照)。また, 流域内の土地利用は宅地・市街地が約 60%, 山林が約 30%, 次いで田畑が約 5%となっており, 都市化の進展は著しい。

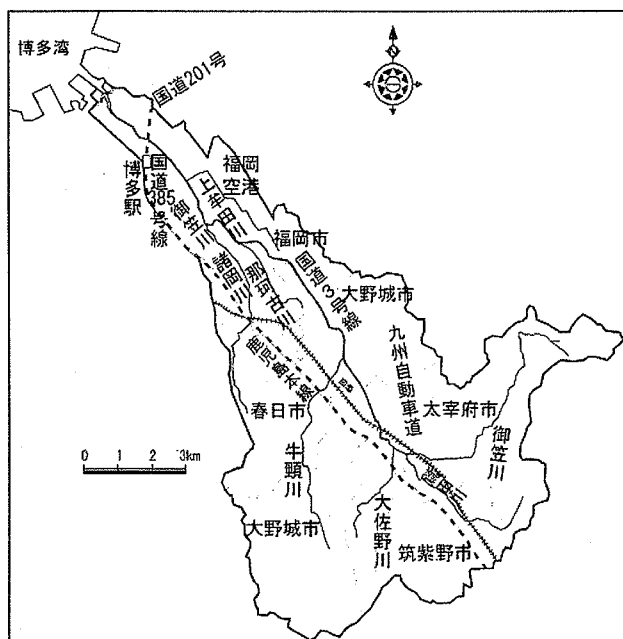


図-1 御笠川流域の概要図

3. 御笠川流域におけるため池実態調査

対象流域内には図-2 に示す貯水池の分布図のとおり、125箇所の貯留施設（ため池 121箇所、牛頸ダム他ダム4基）が存在する。本研究では対象流域に現存するため池の実態を明確にするため、ため池台帳を収集するとともに、現地において洪水吐構造、利用方法等を調査した。

ため池実態調査の一例を図-3 に示す。図-3(a)に越流堰式洪水吐を有する流域内最大のため池、図-3(b)にオリフィス式洪水吐を有し、親水公園として多目的利用されているため池、図-3(c)に底部放流式のため池を示す。また、図-3(d)のように宅地化に伴い埋立られているため池もみられた。

調査の結果、全ため池の集水面積は 17km^2 であり、対象流域の約 18% をカバーしていることが分かった。

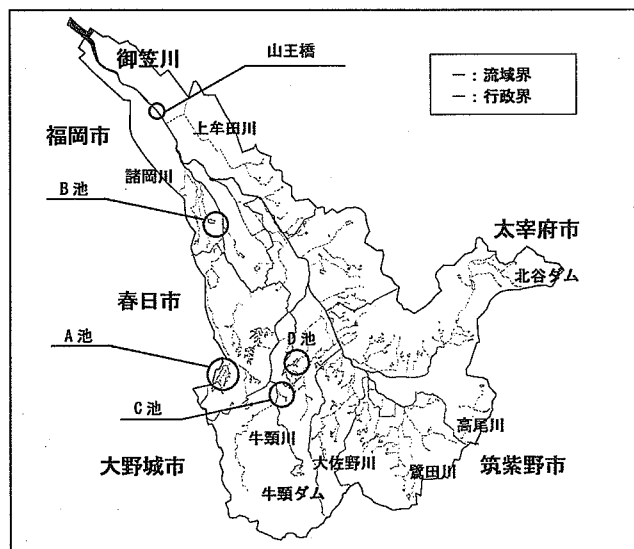


図-2 御笠川流域における貯水池の分布図



図-3(a) 越流堰式洪水吐(図-2 中の A 池)

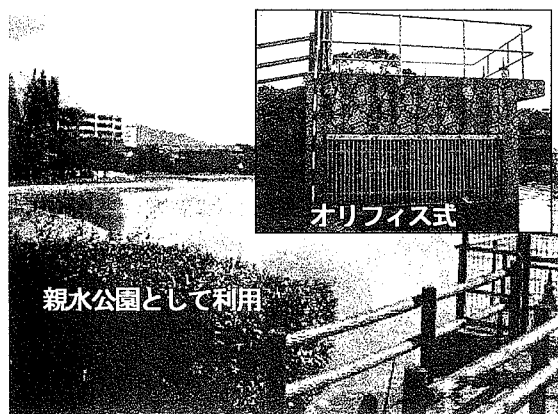


図-3(b) オリフィス式洪水吐(図-2 中の B 池)

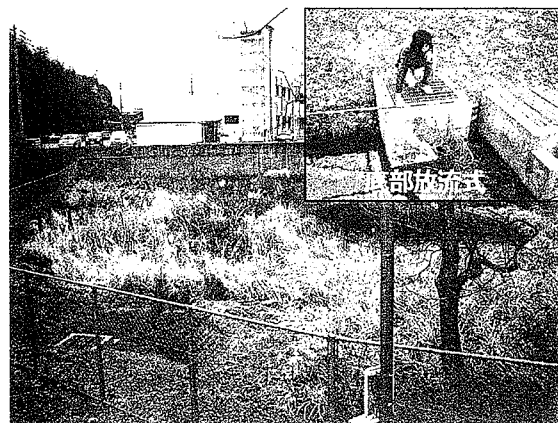


図-3(c) 底部放流式洪水吐(図-2 中の C 池)



図-3(d) ため池の埋立(図-2 中の D 池)

図-3 ため池の実態調査例

図4 にため池の貯水容量の比較図を示す。全ため池の総貯水容量は339 万 m³、洪水調節容量（有効貯水容量と総貯水容量の差）は45 万 m³であり、牛頸ダムの洪水調節容量 110 万 m³ の約40%に相当している。

表-1 に現地調査より得られたため池の洪水吐き型式の比較表を示す。流域内のため池の洪水吐き型式は越流堰式、オリフィス式及び底部放流式の3 種類（組合せ6 種類）であり、越流堰型が最も多く、全ため池の42%を占めていることが分かった。

表-2 にため池の今後の利用予定を示す。「現状維持」が52 箇所でも多く、今後、「洪水調節」として利用予定があるため池は7 箇所のみであった（太宰府市は記載がないため除く）。

総洪水調節容量から既存ため池の治水効果が期待できるものの、今後、「洪水調節」として利用予定のため池は少ない。さらに、ため池は減少傾向にあることから流出抑制効果が減少することが懸念される。

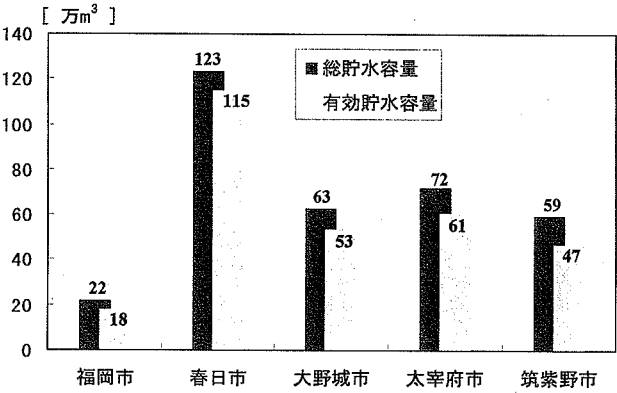


図-4 ため池貯水容量の比較図

表-1 ため池の洪水吐き型式の比較表

	福岡市	春日市	大野城市	太宰府市	筑紫野市	合計
越流堰式	3	9	12	24	6	54
オリフィス式	3	1	5	8	3	20
底部放流式	0	0	1	2	0	3
越流堰+オリフィス式	0	0	1	4	2	7
オリフィス+底部放流式	0	0	3	2	0	5
越流堰+底部放流式	0	0	1	0	0	1
不明（なし）	6	5	4	8	8	31
合計	12	15	27	48	19	121

表-2 ため池の今後の利用予定

	福岡市	春日市	大野城市	太宰府市	筑紫野市	合計
現状維持	6	10	23	0	13	52
洪水調節	3	0	0	0	4	7
公園利用	1	3	2	0	0	6
廃止	0	0	0	0	1	1
不明	2	2	2	48	1	55
合計	12	15	27	48	19	121

4. 分布型流出モデルの概要

本研究では対象流域内に存在する個々のため池の治水効果を評価するため、分布型流出モデル¹⁾²⁾³⁾にため池モデル（洪水調節モデル）を組み込んだ。分布型流出モデルは流域内の全メッシュに鉛直方向に並べられた3 層のモデル（表層、不飽和層、地下水層モデル）と河道モデルから構成されている。各層からの流出成分を落水線に沿った河道モデルに入力して、Kinematic Wave 法で河道流出量を逐次計算するモデルである。図-5 に分布型流出モデルの概要図を示す。

対象流域のメッシュスケールとしては、200m メッシュ（基準地域メッシュ第3 次地域区画の1/5）を採用し、流域を141 流域、2,229 メッシュに分割した（図-6 参照）。また、ため池モデルには実態調査より得られたため池諸元（洪水吐構造、貯水容量等）を設定した。

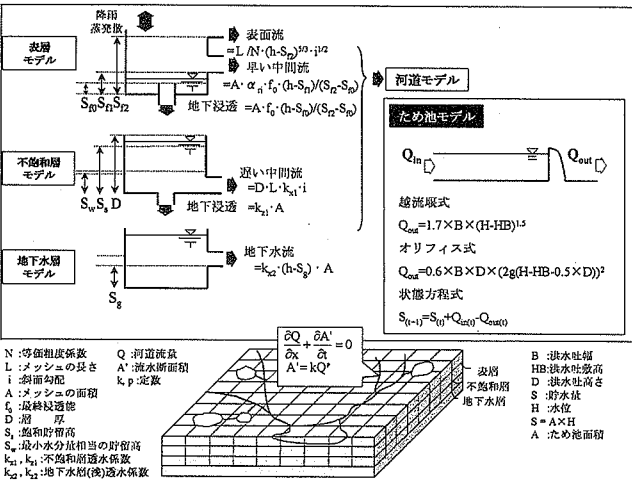


図-5 分布型流出モデルの概念図

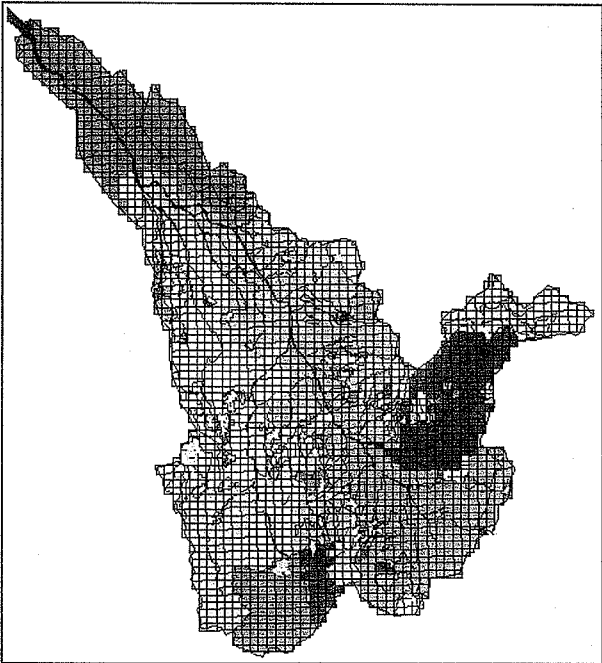


図-6 流域分割及びメッシュ分割図

5. ため池の治水効果

(1) 計算条件

本研究ではため池の治水効果を評価するため 2003 年 7 月 19 日の洪水を対象に、表-3 に示す 3 ケースについてシミュレーション（ため池の洪水調節計算）を行った。

ため池実態調査時のヒアリング結果によると、ため池の貯水位は通常、Full Water Level に維持されている。このため、本報の計算条件として、ため池の洪水調節開始水位を Full Water Level に想定した CASE-1 についてモデル検証を実施した。

また、灌漑期にはため池の貯留水を農業用水として利用していること、対象洪水時には無降雨が約 1 週間続いていることを勘案し、洪水調節開始水位を Full Water Level の 8 割に仮定したケースについても計算を行った。

図-7 にため池の洪水調節容量の説明図を示すとおり、Full Water Level 以上、High Water Level 以下の容量が洪水調節容量となり、一般に、0.3m~1.2m 程度の水深である。また、ため池の安全性を確保するよう堤体天端まで最小 1m 程度の余裕高を持っている。

対象洪水時、High Water Level を超えるものの、越流水深は 1m 以内で、ため池の実態として堤体天端を越流していなかったことから、本報では総貯水容量の制限を与えずにため池の洪水調節を行った。

境界条件として、ダムの実績放流量を当該メッシュの河川流量として設定した。また、雨量データについては図-8 に示す 6 観測所（福岡県，気象庁）でティーセン分割を行い、各メッシュに時間雨量を与えた。

図-9 にハイエトグラフの比較図を示す。太宰府の最大時間雨量は 99mm、日雨量は 315mm であったのに対し、福岡の最大時間雨量は 17mm、日雨量は 45mm であった。対象洪水は上流域で短期集中の豪雨が発生しているのが特徴である。

表-3 洪水調節の計算条件

	ため池 有無	洪水調節の条件	洪水調節開始水位
CASE-0	無	—	—
CASE-1	有	洪水調節容量：HWL以上	FWL
CASE-2	有	洪水調節容量：HWL以上 FWL以下：流出量=0m ³ /s	FWL×0.8

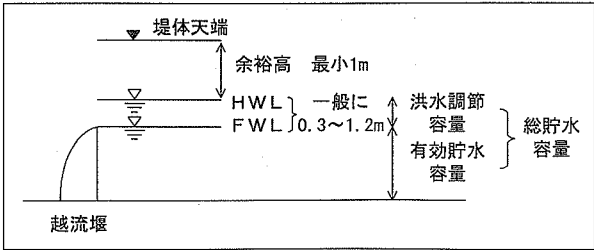


図-7 ため池の洪水調節容量の説明図

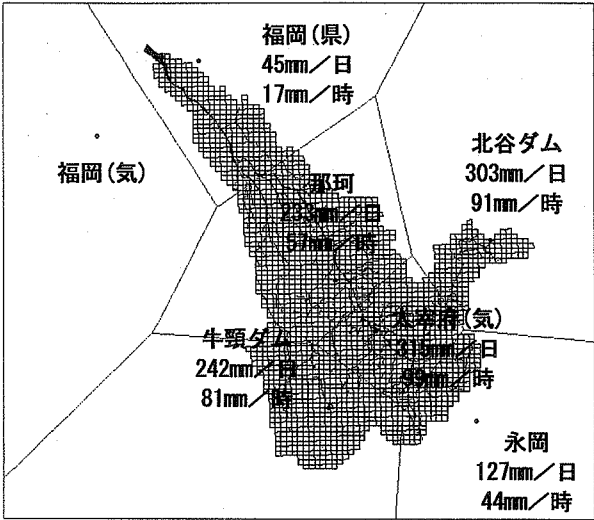


図-8 雨量観測所位置図及び雨量分布図（7月19日）

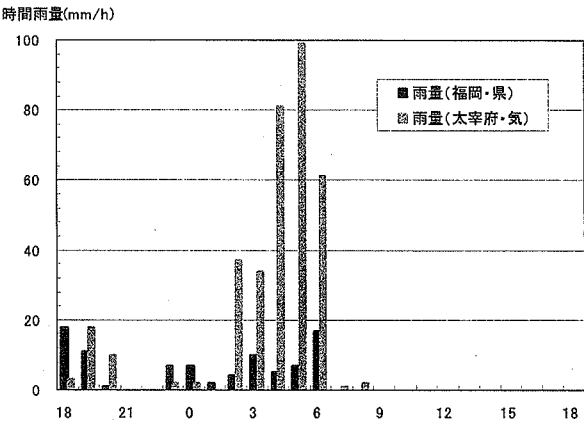


図-9 ハイエトグラフの比較図（7月19日）

(2) 分布型流出モデルの検証

山王橋地点の河川流量を再現するように各層モデルのパラメータ値を同定した。図-10 に山王橋地点における河川流量の検証結果を示すとおり、河川流量を良く再現できている。降雨の浸透及び流出の度合を規定する各層モデルのパラメータ値については、土地利用分類データ、土壌データ、表層地質データをもとに定性的に与えた。

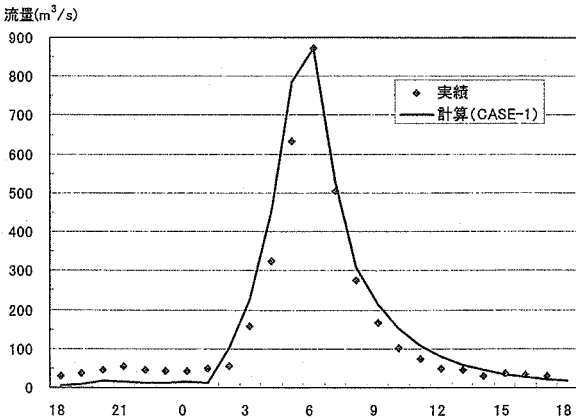


図-10 山王橋における河川流量の検証（7月19日）

図-11 に洪水ピーク時における各メッシュからの流出量の分布図を示す。対象洪水の降雨特性が反映され、上流域の流出量は大きく、下流域では小さい結果となっている。また、自然地の流出量は市街地に比較して小さく、土地利用毎の流出特性も反映されている。

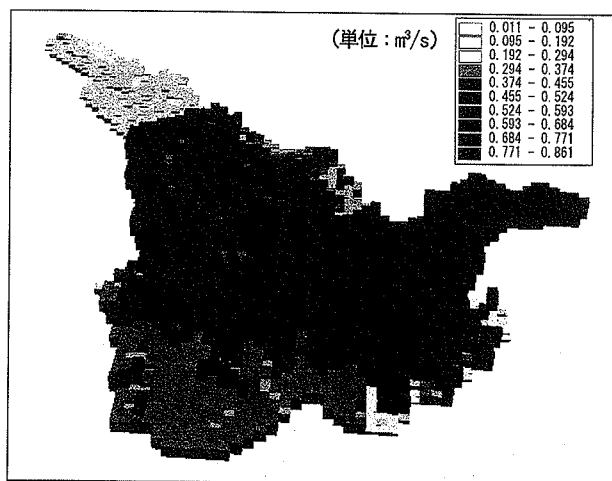


図-11 流出量分布図 (7月19日6時)

(3) ため池全体の治水効果

図-12 に山王橋地点における3ケースの河川流量比較図を示す。CASE-0 (ため池が無い場合) と CASE-1 を比較すると、ため池全体の貯留効果により山王橋地点のピーク流量 $891 \text{ m}^3/\text{s}$ を $871 \text{ m}^3/\text{s}$ に $20 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量をカットしている。牛頸ダムの実績洪水調節量が $25 \text{ m}^3/\text{s}$ であることから、ため池全体で牛頸ダムと同等の治水効果を有していることが分かる。

CASE-0 と CASE-2 を比較した場合、ため池全体でピーク時には $891 \text{ m}^3/\text{s}$ を $853 \text{ m}^3/\text{s}$ に $38 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量をカットしている。

対象洪水時に無降雨が約 1 週間続いていたことから、洪水調節開始水位は Full Water Level 以下であった可能性は高く、CASE-1 以上の治水効果を有していたことが推察できる。さらに、ため池の運用を変更することにより、ため池の治水効果を高めることが可能である。

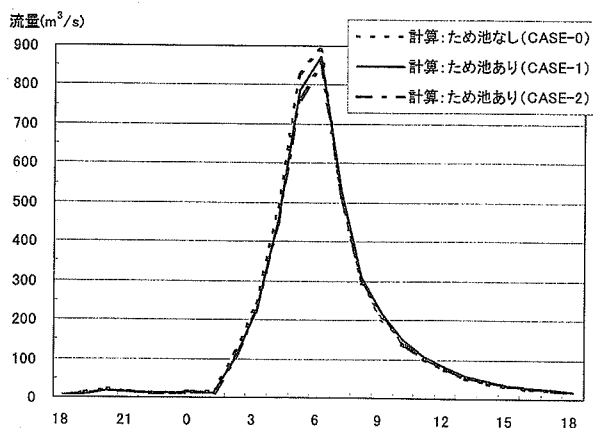


図-12 山王橋における河川流量比較図

(4) 個別のため池の治水効果

個別のため池の洪水調節例として、A 池における計算結果を図-13 に示す。CASE-1 の場合はピーク流入量 $17 \text{ m}^3/\text{s}$ を $11 \text{ m}^3/\text{s}$ に約 $6 \text{ m}^3/\text{s}$ カットし、ピーク時間を 1 時間遅延させている。

CASE-2 の場合はピーク流入量を $3 \text{ m}^3/\text{s}$ に約 $14 \text{ m}^3/\text{s}$ カットし、ピーク時間を 3 時間遅延させている。

ため池全体の治水効果としてはピーク時間の遅延効果はみられなかったが、A 池ではピーク流量の逡減効果とピーク時間の遅延効果がある。このことから、周辺地域に与える治水効果は大きく、ため池の運用を変更することにより治水効果の向上を期待できる。

CASE-1 の計算結果をもとに個別のため池の洪水調節量及びピークカット率を整理した。図-14 にため池の洪水調節量分類図を、図-15 にため池のピークカット率分類図を示す。

図-14 より洪水調節量が $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下のため池が全体の 50% を占めていることが分かる。対象洪水時に効果がみられないため池が 41 箇所ある一方で、洪水調節量が $1 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上のため池が 8 箇所存在している。対象洪水時に効果がみられるため池に着目すると、図-15 よりピークカット率が 10~20% のため池が最も多く、ピークカット率が 50% 以上のため池が 13 箇所存在することが分かる。

対象洪水時においてため池毎に治水効果の差異がみられる理由として、降雨の分布特性、ため池の洪水吐の構造、流域の流出特性、集水面積に対するため池貯水容量の規模等の違いが挙げられる。

本報では集水面積に対するため池貯水容量の規模を評価するため、「相当雨量=洪水調節容量/流域面積」と定義し、個別のため池の相当雨量を整理した。この結果を図-16 のため池の相当雨量分類図に示す。図-16 からため池の半数以上は 40 mm 以下であるが、22 箇所のため池が 100 mm 以上の降雨を洪水調節容量として貯留していることが分かる。また、対象洪水が豪雨のため、治水効果がみられないため池も、中小洪水においては効果が期待できる。

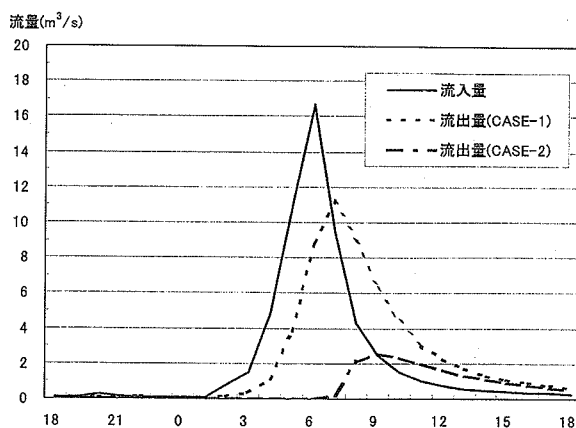


図-13 A 池における洪水調節計算結果 (流入流出)

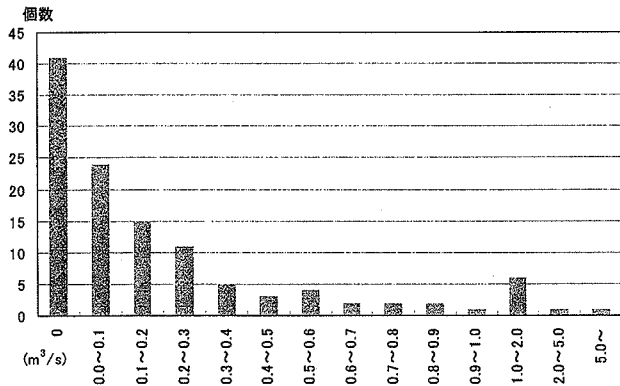


図-14 ため池の洪水調節量分類図

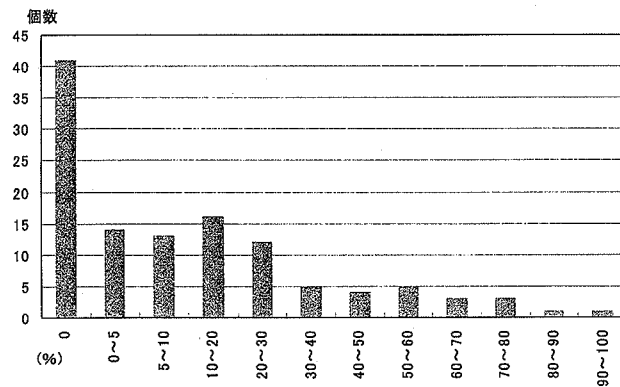


図-15 ため池のピークカット率分類図

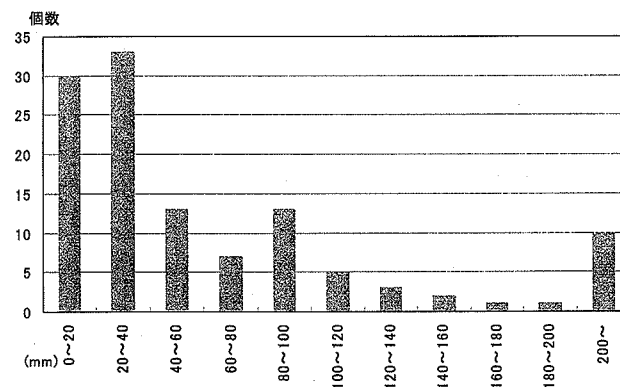


図-16 ため池の相当雨量分類図

- ③ため池の洪水吐の 45%は越流堰式, 17%はオリフィス式, 組合せ方式は 11%である。
- ④ため池の洪水調節を組込んだ分布型流出モデルを適用し, 2003 年 7 月 19 日の洪水を対象にため池全体の治水効果を評価した結果, 山王橋地点で 20m³/s のピーク流量カット (牛頸ダム 25 m³/s カット) の効果がみられた。
- ⑤個々のため池の治水効果はダム等の大施設の効果に比べると小さいが, ピーク流入量を削減, ピーク時間を遅延させているため池もみられることから周辺地域に与える効果は大きい。
- ⑥対象洪水が豪雨のため, 治水効果がみられないため池も, 中小洪水時には効果が期待できる。

7. 今後の課題

灌漑期の水利用状況 (貯水状況) を把握するとともに, モニタリング調査を実施し, ため池の治水効果を詳細に評価する予定である。

ため池の運用変更・嵩上げ等を行うことにより, 水害の軽減が期待でき, 計画規模以上の洪水時における危険分散にも有効であると考えられる。

しかし, 「洪水調節」として利用予定のあるため池は少なく, 減少傾向にあることから, 今後, 既存ため池の保全・有効利用が望まれる。

謝辞：貴重な資料を提供して頂いた福岡県福岡農林事務所農地計画課に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 安陪,大八木他：分布型流出モデルの広域的適用,水工学論文集, 第 46 巻,pp.247-252,2002.
- 2) 吉野,吉谷,堀内：分布型流出モデルの開発と実流域への適用, 土木技術資料,Vol.32-10, pp.54-59,1990.
- 3) 鈴木,寺川,松浦：実時間洪水予測のための分布型流出モデルの開発,土木技術資料,Vol.38-10, pp.26-31,1996.

(2005. 4. 7 受付)

6. 結論

本研究は御笠川流域内の農業用ため池の実態調査を行うとともに, その治水効果を明確にするため分布型流出モデルを適用したものである。得られた結果を要約すると以下ようになる。

- ①御笠川流域にはため池が 121 箇所存在し, 全ため池の集水面積は流域の約 18%をカバーしている。
- ②全ため池の総貯水量は 339 万 m³, 洪水調節容量は 45 万 m³であり, 牛頸ダムの洪水調節容量 110 万 m³の約 40%に相当している。