

# 京都府亀岡地区用水並びに防水※ 兼用溜池の容積決定に就いて

助教授 林 直 幹

Computation of combined Reservoir Capacity of Irrigation

and Detention at Kameoka, Kyoto Prefecture

Assistant Professor of Agricultural Engineering

N. HAYASHI

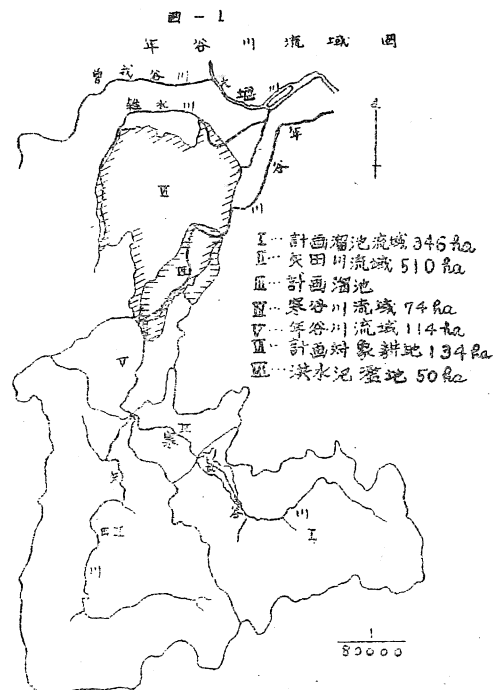
## I 要 旨

溜池を設け非灌漑期間の降雨を貯溜して、灌漑期の用水不足を補うと同時に代掻水も貯水する容積を与え、空梅雨による被害を防ぎ、一方代掻水放出後の空積で洪水時の出水を一時的に抑溜し、新に河川通水能力以内の流量で流下せしめ氾濫を防止せんとするもので、この要求を満足させるための溜池容積の計算方法について述べる。

## II 地 区 の 現 況

地区は京都府南桑田郡亀岡町で南部は山地をなし北部は大堰川に接し、これに注ぐ年谷川を用水源とする 134 ha の耕地が計画対象地である。(図一参照) 年谷川は南部山地に発した寒谷川と矢田川が平坦部で合したもので、寒谷川の峡谷部に溜池を計画するのである。

計画対象耕地は年谷川の水量の少ないこと、部分的に耕地に砂礫層の存在することから用水不足をきたし旱害を屢々受け、一方山林の濫伐により一時に出水し、更に年谷川の通水能力小なること、相俟つて最近11年間に6回も洪水の被害を受けておる状況である。



※ 島根縣立農林専門学校農林土木研究室業績第1号

### Ⅲ 用 水 計 画

計画地区の灌漑期間の所要水量は灌漑期間を93日とすると1,866,175m<sup>3</sup>となる。この他代掻水として15cm必要で結局稲作期間に2,108,370m<sup>3</sup>を要する。

一方供給されておる水量は次の4項目である。

(1) 現存溜池は11で貯水容積は総計173,800m<sup>3</sup>である。この全量は非灌漑期間に満水し、使用回数は1回、送水損失は10%とすると水田に供給される量は156,420m<sup>3</sup>となる。

(2) 灌漑期間の田面有効雨量は過去42年間の最小降雨量第2位の昭和14年を採用し、利用率を70%とすると319,645m<sup>3</sup>となる。

(3) 年谷川より早魃の年に供給される水量は灌漑期間に代掻水配布の3日間を加えた96日間は毎日平均して渴水量は使用されるものとして求める。渴水量は観測値なき故類似地区の渴水量、渴水量推定公式、更に地元農民の言等より0.09m<sup>3</sup>/secと定めた。従つて年谷川による供給水量は746,496m<sup>3</sup>となる。

(4) 計画溜池に灌漑期集水利用される量は昭和14年の灌漑期の個々の降雨量に表—1の流出率と集水面積346haを乗じて集水量を求め、期間中累加し損失10%とすると水田に使用される量は463,924m<sup>3</sup>となる。

表 — 1 ※<sub>1</sub>

降 雨 量 mm	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~40	40~50	50~60	60~80	80~100	100~150
流 出 率 %	20	30	40	42	45	50	55	60	65	70	75	80

備考 京都大学高月豊一教授提唱

以上四項目の供給水量と所要水量から差引不足量は416,885m<sup>3</sup>となる。故に溜池に貯水すべき量は送水損失10%と考えて463,206m<sup>3</sup>である。

更に昭和14年の降水日表から日々の用水過不足量を計算し累加不足量の最大なるものを貯水量として求める。灌漑期間を平均10日づつ9期に分け、各期の一日の所要水量を計算し、一方年谷川の渴水量は平均して毎日利用されるものとし、更に田面有効雨量のあつた時は、計画溜池からの取水停止日数を考える。

降雨量と停止日数の関係は表—2に示す。

表 — 2 ※<sub>2</sub>

降 雨 量 (mm)	0~5	5~10	10~18	18~25	25~35	35~50	50~100	100~150
取水停止日数(日)	降雨無視	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0	2.0~2.5	4.0~5.0

備考 京都大学高月豊一教授提唱

※<sub>1</sub> 可知貫一：農業水利学 (1948) P.338

※<sub>2</sub> 可知貫一：農業水利学 (1948) P.338

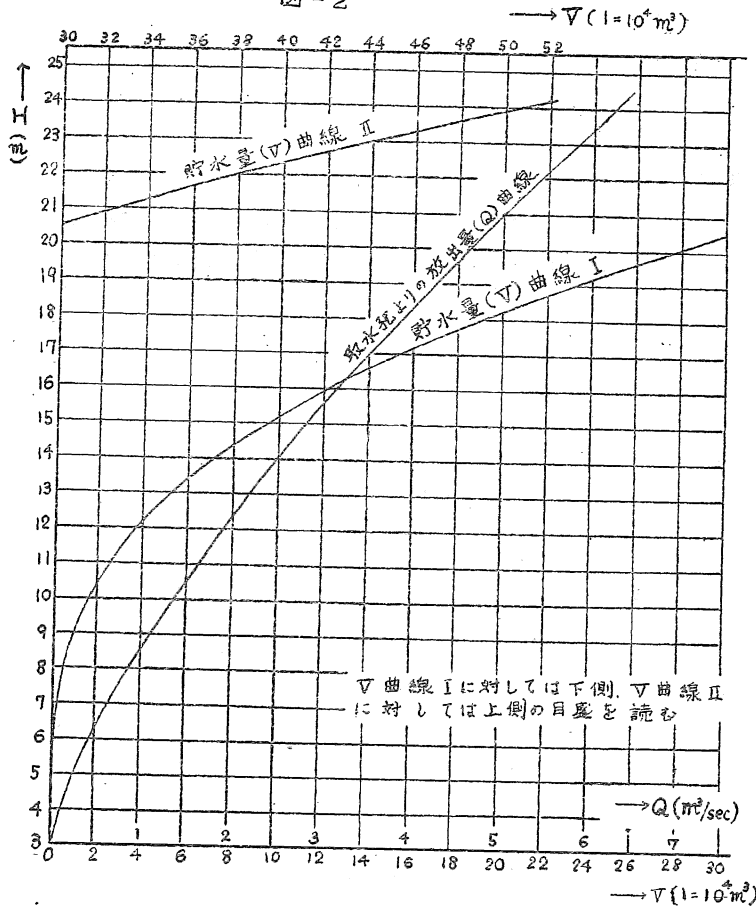
以上の条件で累加過不足量を求めると表-3の如くなる。

表 — 3

A	B	C	D	E	F	G	H	I
6/15~6/18	6/18	2.4	0.2	1494.7	31104	71420.5	- 38821.8	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6/27	6/27	8.3	0.3	7753.9	7776	10559.9	+ 29830.2	0.5
6/28	6/28	11.9	0.4	14822.6	7776	10559.9	+ 41868.9	0.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
8/24~9/7	—	—	—	—	124416	203916.3	- 364452.9	0
9/3	9/3	13.8	0.4	17189.2	7776	15034.1	- 354571.2	0.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9/15	—	—	—	—	7776	15034.1	- 300554.7	0

備考 A … 対象月日、B … 降雨のあつた月日、C … 降雨量(mm)、D … 流出率  
(表-1) E … Cが水田に使用される量( $C \times D \times 346 \times 0.9$ )、F … 年谷川よりの取入  
水量776m<sup>3</sup>/day、G … 1

図-2



日の所要水量に対象日数  
Aを乗じたもの (m<sup>3</sup>)、  
H … E+F-Gを対象日  
迄累加したもの (m<sup>3</sup>)、  
I … B日の降雨により取  
水をその翌日から停止す  
る日数(表-2)

表-3に示す如く9月7  
日に最大不足量 364,453m<sup>3</sup>  
となる。これに代掻水、既  
存溜池よりの供給水量を加  
減し、送水損失10%を見込  
むと貯水量は 468,777m<sup>3</sup>と  
なる。

溜池容積については表-  
3の如く6月28日に過剰と  
なるが、代掻水放出後の空  
積が大である故 468,777m<sup>3</sup>  
を容積として採用すれば十  
分である。

以上の計算をもとに計画

すると計画地点の地形から溜池容積は504,750m<sup>3</sup>となる。

余水吐は取水設備の斜樋を兼用せしめる一方斜樋の頂部に溢流堰を設け、最悪の場合にはこれより斜樋に流入せしめ、土堰堤の堤頂を溢流することを防止する。水位(H)に対する貯水量(V)、放水量(Q)は図-2の如くである。

### Ⅲ 防 水 計 画

#### (1) 計画洪水量並びに洪水時可能放水量

年谷川の最小通水断面である洪水氾濫地点の計画洪水量は過去50年間の連続降雨量の最大降雨量第2位(表-4)を基礎に次式より推定した。

$$Q_{\max} = 0.2778 \times f \times r \times A$$

$f = 0.6$ 、 $r = \frac{109.8}{4}$ 、 $A = 7.38$ とすると $Q_{\max}$ は33.77m<sup>3</sup>/secとなる。従つて年谷川の最大通水量は41.23m<sup>3</sup>/secであることから溜池よりの最大許容放出量は7.46m<sup>3</sup>/secとなる。即ち計画溜池の最大放出量を7.46m<sup>3</sup>/secとなした場合に洪水調節の可能な空積を与えることが必要である。これについては代掻水放出後の空積を求めると、水田に必要な代掻水量からその間年谷川より供給される水量を差引いたものに送水損失10%を見込むと237,630m<sup>3</sup>で、これを洪水調節にあてることになる。

#### (2) 洪水調節用空積量の概算法

計画溜池の集水域は346haで溜池計画地点に流域最遠地点より洪水の到達する時間は諸家の公式や観測から45分と推定する。又計画対象降雨量は4時間連続降雨量の最大なるものの第2位で表-4である。

表 — 4

日 時	大正10年7月 10日22時 ~ 11日2時	11日2時 ~ 11日6時	11日6時 ~ 11日10時
降 雨 量	0.2mm	109.8mm	3.3mm

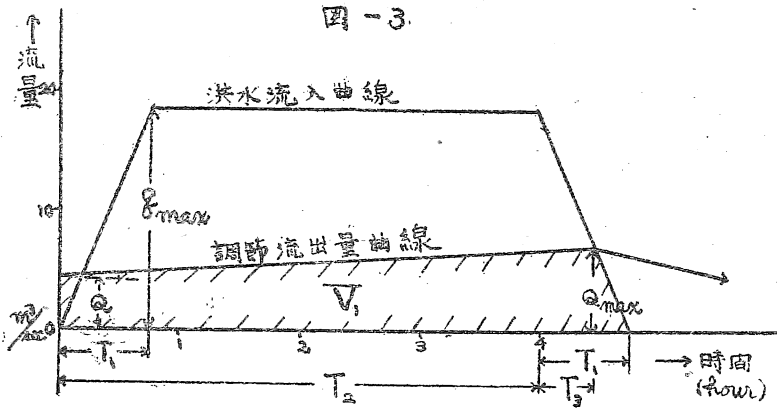
流出率0.7とし前掲の公式で最大流入量を求めると18.47m<sup>3</sup>/secとなる。溜池地点に対する洪水流入曲線を描き、一方溜池よりの調節流出量曲線は洪水流入開始時の既存水量237,120m<sup>3</sup>に対する流出量を4.5m<sup>3</sup>/sec(図-2参照)、最大流出量を7m<sup>3</sup>/secとすると図-3の如くなる。

図の記号は

$Q_{\max}$ ……18.47m<sup>3</sup>/sec、 $Q_{\max}$ ……7m<sup>3</sup>/sec、 $Q$ …4.5m<sup>3</sup>/sec、 $T_1$ ……45分、 $T_2$ …4時間

$T_3$ …最大流出量になる時間より $T_2$ を引いた時間

この降雨による流入量をW、その間の流出量をV<sub>1</sub>、残溜水量をV<sub>2</sub>とすると



$$V_2 = W - V_1 = Q_{max} \cdot T_2 - \left\{ \frac{Q + Q_{max}}{2} \cdot (T_2 + T_3) + \frac{Q_{max}}{2} \cdot (T_1 - T_3) \right\}$$

$$\text{但し } T_3 = T_1 - \frac{Q_{max}}{Q_{max}} \cdot T_1$$

以上から残溜水量を求めると 171,416m<sup>3</sup> となり代掻水放出後の空積で、調節は先づ可能であると考えられる。

(3) 計算法による容積の再検討

ある時刻  $t$  以後  $dt$  間を考へ且つ  $dt$  を短時間にとり  $t$  及び  $t + dt$  における流入量を夫々  $q_t$ ,  $q_{t+dt}$  とし、 $dt$  間には  $\frac{1}{2}(q_t + q_{t+dt})$  なる平均流入量にて一様に流入し、流出量も同様に  $\frac{1}{2}(Q_t + Q_{t+dt})$  にて一様に流出するものと考えると

$$dt \text{ 間の流入水量} = \frac{dt}{2} \cdot (q_t + q_{t+dt})$$

$$dt \text{ 間の流出水量} = \frac{dt}{2} \cdot (Q_t + Q_{t+dt})$$

$$dt \text{ 間の貯水量} = V_{t+dt} - V_t$$

従つて

$$V_{t+dt} - V_t = \frac{dt}{2} \cdot (q_t + q_{t+dt}) - \frac{dt}{2} \cdot (Q_t + Q_{t+dt})$$

$$dt \text{ が短時間故 } \frac{1}{2} (Q_t + Q_{t+dt}) \div Q_t \text{ と考えると } V_{t+dt} - V_t = \frac{dt}{2} \cdot (q_t + q_{t+dt}) - Q_t \cdot dt$$

本式に表-4 の降雨を適用してみる。その際 109.8mm に対して流出率を 0.7、4 時間雨量の

$\frac{1}{2}$  は第二時間目の一時間に降り、残りの三時間は一樣な強度で残りの  $\frac{1}{2}$  が降るといつた場合を考えてみる。すると第一、第二、第三時間目の最大流入量は、12.3m<sup>3</sup>/sec、第二時

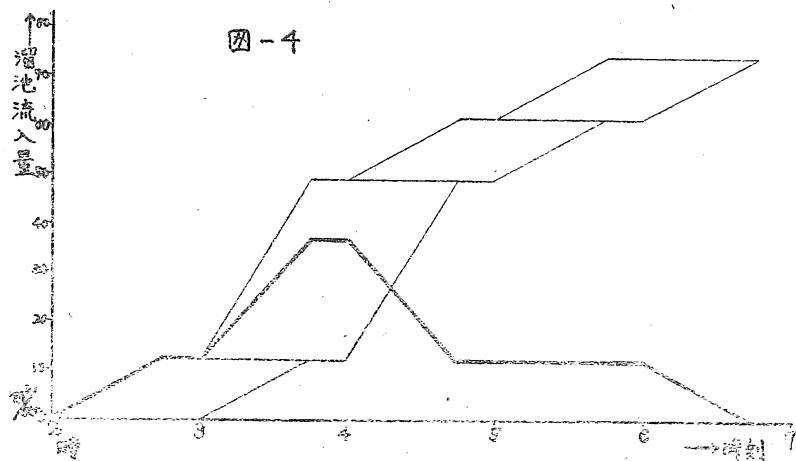


図-4

間目の最大流入量は $36.9\text{m}^3/\text{sec}$ となる。これによつてRetardation Diagramを画くと、各時刻における流入量は図-4の如くなる。又降雨來襲時の溜池残存水量は代掻水放出後の $267,120\text{m}^3$ である。

これらの條件で上式に各々の値を入れると表-5を得る。

表 — 5

時刻	$q_t + q_t + d_t) \frac{dt}{2}$ m	$Q_t \cdot dt$ m <sup>3</sup>	$V_t + d_t - V_{t-1}$ m <sup>3</sup>	$V_t + d_t$ m <sup>3</sup>	H m
11日 2時 20分	0	0	0	267,120	19.8
2 45	16,605	12,150	4,455	271,575	19.9
3 0	11,070	4,095	6,975	278,550	20.5
3 45	66,420	12,420	54,000	332,550	21.1
4 0	33,210	4,590	28,620	361,170	21.7
4 45	66,420	14,310	52,110	413,280	22.6
5 0	11,070	5,085	5,985	419,265	22.7
6 0	44,280	20,520	23,670	442,890	23.1
6 45	16,605	15,705	810	443,680	23.1

表-5から明かな如く満水量 $504,750\text{m}^3$ を超過することなく、又流出量も最大許容放出量を超えないことは図-2からわかり洪水調節の目的は達せられる。更に対象となつた11日の2時~6時の前後の四時間雨量は少量で両者の流入量の和は $7500\text{m}^3$ である故、計算から除外するも差支えない。

## V 結 語

計画対象地区である亀岡に用水のみならず防水の兩目的にそう如く溜池を計画するには

(1) 溜池の容積は灌漑期の不足水量 $231,477\text{m}^3$ を貯溜すると同時に、代掻水 $237,630\text{m}^3$ も貯溜する容積を与えるものとし、寒谷川の峡谷部を土堰堤で締切り、貯水量 $504,750\text{m}^3$ の溜池を設けることにする。従つて従來の如く梅雨を待つて田植えを行う場合、空梅雨による植付けの不能乃至適期の遅れることによる減收も未然に防止し得る。

(2) (1)の如く代掻水も計算に入れた溜池容積より代掻水放出後の空積 $237,630\text{m}^3$ を以て洪水調節に有効に使用するのである。即ち上流より傳波してきた洪水波を一時溜池に吸収し、洪水頂点流量 $18.47\text{m}^3/\text{sec}$ をおさえ、新に偏平化した洪水波として最大 $7.46\text{m}^3/\text{sec}$ を流すことによつて、溜池流域以外の流域よりの洪水量 $33.77\text{m}^3/\text{sec}$ と合しても、年谷川の最小通水量 $41.23\text{m}^3/\text{sec}$ は超過しないのである。斯様に溜池の空積を洪水の一時的抑溜にあてることによつて、年谷川の氾濫は防止される。

終りに際し本研究につき京都大学高月豊一教授の指導並びに校閲を賜つたことに深甚の謝意を表する次第である。

### 参 考 文 献

- (1) 出口利裕：防水溜池設計計画の基本概念 農業土木研究 2～3 (1950)
- (2) 井上謙太郎：台湾阿公店溪の洪水調節貯水池の水理計算 土木学会誌 2 (1950)
- (3) 井部勇一：大河川の降雨より計画洪水流量の算出について 土木学会誌 6～7 (1949)
- (4) 可知貫一：農業水利学 (1948)
- (5) 水谷 鏞：実用水理工学 (1941)
- (6) 同 上：日本河川論 (1941)
- (7) 物部長穂：水 理 学 (1941)

### S u m m a r y

This article is described how to determine the combined reservoir capacity of irrigation and detention at Kameoka, Kyoto Prefecture.

To attain this purpose, we store the rainfall for non-irrigating period which is consumed not only in irrigating period but also for Shirokaki<sup>※</sup>. After water used for Shirokaki is discharged, the very space of the reservoir emptied is used for reduction of the maximum rates of flood-flow by temporarily storing the flood peaks and discharging the flood waters at a reduced rate.

Thus we can protect the field from damages by the drought and the flood.

※ Shirokaki : The working to saturate rice field with water, for crushing the clod of earth and leveling the soil surface, before the rice planting.