

# 論 説 報 告

第 26 卷 第 7 號 昭 和 15 年 7 月

## 天龍川上流改良工事の效果に就て

會 員 楠 仙 之 助\*

**要旨** 天龍川上流改良工事は諏訪湖の氾濫防止とその利水價值を高むることを以て目的とするものであるが、昭和 13 年稀有の大洪水に際し湖畔平野の氾濫を完全に防止し得て、豫期の如き效果を擧げ得たばかりでなく、工事前に比して著しく灌漑水の補給を潤澤にして、下流に及す利益も決して小なるものではない。本文は主として天龍川上流改良工事の效果に就て述べると共に、更に本工事の生命とも云ふべき釜口水門の操作法にまで言及したものである。

### 1. 天龍川上流改良工事の起工

#### (1) 諏訪湖の氾濫

**氾濫面積** 諏訪湖の平常水位は釜口量水標の 1 尺 (海拔 759.044m) にして、水位 1.5 尺にて湖岸の窪地田圃に浸水を始め水位 2 尺にて 0.13km<sup>2</sup> の浸水地を生じ、3 尺にて 0.68km<sup>2</sup>、4 尺にて 3.8 km<sup>2</sup>、5 尺にて 6.61 km<sup>2</sup>、6 尺にて實に 9.30 km<sup>2</sup> に及ぶ

廣大なる浸水地を生ずる。然し水位 3 尺までは湖畔の窪地のみ浸水するに過ぎないが、4 尺に到れば道路人家に迄波及し水害は急激に増大することとなる故、今回の天龍川上流改良工事に於ては釜口量水標の 3.5 尺 (海拔 759.801 m) を以て計畫洪水水位と定めた。

**氾濫の原因** 氾濫の原因と認められるものを列記すれば

1. 湖面積に對する流域面積の大きいこと、例へば諏訪湖は琵琶湖は 5.4 倍に過ぎない。
2. 排水口附近に於ける天龍川は河積狹隘、勾配又緩にして充分の排水能力を有せないこと。
3. 湖の周圍は廣大なる沖積平野にして水位の上昇に伴ふ氾濫面積が大きいこと。

等にして、既に諏訪盆地は地形上より觀て氾濫盆地として運命づけられたもので、加之湖畔には製絲都市岡谷市

觀光都市上諏訪町を始め 1 町 6 ケ村が集落する故、湖の氾濫による被害は單に農作物のみに止らず、産業交通衛生方面にまで波及するを常としてゐる。

**氾濫の被害** 氾濫地域内に於ては古來頻々と生ずる水害の爲めに安住の地なく、部落の流轉集散が絶へず行はれ水魔と闘ひつゝも人類生活の營まれたことが明かである。古記録によれば正徳元年

圖-1. 諏訪湖氾濫面積圖

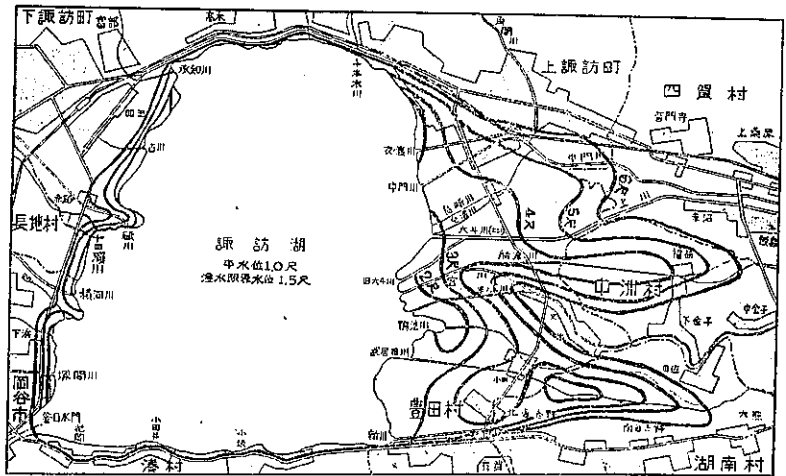


表-1. 諏訪湖氾濫による被害一覽表

年次	雨量	総降雨日数	10mm以上	浸水日数	浸水面積	浸水金額	浸水回数	備 考
明治38年	230.9	7 <sup>3</sup>	33.0	6 <sup>40</sup>	1648 <sup>3</sup>	1182 <sup>7</sup>	不詳	堤防決壊ナシ
39年	157.7	4	39.4	6.08	1013	282	"	"
40年	164.9	3	55.0	5.75	1570	114	"	"
43年	106.8	3	35.6	6.20	1080	不詳	30	"
44年	191.2	4	47.8	7.22	1500	1500	2.5	"
大正12年	208.8	3	26.1	5.38	800	600	2.8	堤防決壊せず
昭和7年	116.5	3	38.8	5.05	751	1653	2.0	堤防決壊せず
9年	143.7	2	71.9	3.90	500	1000	6	排水口工事未了、堤防決壊せず
13年	248.1	8	31.0	3.50	70	30	5	堤防決壊せず

備考: ①雨量は流域内平均降雨量を示す  
明治44年以前の浸水日数は水位 2 尺以上  
大正 12 年以後の浸水日数は水位 1.5 尺以上

\* 道路技師 長野縣天龍川上流改修事務所

より萬延元年に至る 149 年間に 69 回の洪水記録が見受けられ、又新しい記録としては諏訪湖に量水標が設置せられた明治 18 年以後、昭和 7 年に至る 50 年間に於て湖畔窪地に浸水した回数は實に 171 回に達してゐる。今参考の爲めに水害の激甚であつた洪水をとりその被害状況を表-1に示す。

## (2) 排水口の開鑿

諏訪湖の氾濫を防止するには排水路天龍川の開鑿を最良の策とする。されば古來湖畔農民は水害の苦惱を脱却すべく天龍川の開鑿に不斷の努力を續けて來たもので、今日に於ける湖畔の繁榮も亦實に斯如き努力の賜に外ならない。天龍川に人工を加へたのは天正 18 年を以て最初とし、其の後數十年に一度の割合で大規模なる排水工事が起されて、屈曲起伏の甚しかつた天龍川上流部は漸次改修せられて遂に今日の如き形状をとるに到つたものである。以下天龍川開鑿工事の主なるものを年代順に摘記すれば

- 天正 18 年 湖畔高嶋城構築に際し天龍川に平行して更に排水路満水堀を開鑿し辨天島を造る。
- 享保 11 年 辨天島を貫いて更に一條の排水路を開鑿し辨天島を濱中嶋と辨天島の 2 島に分つ。
- 元文 3 年 大規模なる天龍川排水工事起さる。
- 延享 2 年 天龍川上流部 129 間浚渫せらる。
- 天明 5 年 天龍川上流部約 1000 間に互り排水工事起さる。
- 天明 6 年 天龍川上流部 33 町 46 間に互り浚渫工事計畫せらる。
- 文政 13 年 排水口に横はる濱中嶋を取除く。
- 慶應 4 年 排水口に横はる辨天島を取除く。
- 大正 13 年 排水口より下流 800 間を幅 30 間、深さ 1 尺平均に浚渫す。
- 昭和 7 年 天龍川上流改良工事起さる。

## (3) 排水口の開鑿が治水水利上に及ぶ影響

排水口の開鑿は湖の水位を低下せしめ湖畔に廣大なる干瀆を新生する。然し湖畔農民は此の干瀆を不毛の儘には放置しない。直ちに是を開鑿して耕地とするので、排水路の開鑿は單に氾濫を防止するに止らず進んで新田を獲得する結果となる。然し斯様な治水方針は湖面積が廣大にして排水路にあまり人工の加へられない原始的状態には適當であるが、漸次湖面を縮少し延いては貯水容量の減少となり、又一方では湖畔に窪地田圃を増大せしめる爲め、再び新田の氾濫防止が必要となる。斯くて原因と結果とが相關連して排水口を如何に開鑿するも、氾濫を防止し得ないばかりでなく却つて水害を深刻化せしめる。是が藩政時代 10 回に近い排水工事を施してゐるにも拘らず、今尙廣大なる浸水地を生ずる理由である。殊に明治時代に入り諏訪湖の利用が益々盛んとなるに及んで、從來の排水路掘り下げのみの治水方針では全く行詰りとなり、更に治水の行詰りは利水の抗爭にまで進展し、明治時代上下流民は諏訪湖を挾んで過激なる紛争を惹起し遂に流血の慘事を見るに到つた。加之昭和時代に到り下流伊那谷に於て西天龍耕地整理組合が 1263 町歩の大開鑿計畫を實現するに及んで、遂に紛争は遠く伊那谷にまで波及し全く收拾し得ざる事態にまで進んだ。茲に於て長野縣は治水水利の二つの目的を含んだ諏訪湖改修工事の急施を痛感し、昭和 7 年地元民の非常なる熱望により工費 1470 000 圓を以て時局匡救農村振興事業として天龍川上流改良工事が起さるゝに到つた。

## (4) 天龍川上流改良工事の概要

本工事に關しては土木學會誌第 20 卷第 4 號に於て概要が述べられてゐるが、その後第二期工事として上川改良工事が起されてゐるので、以下前報告と重複にならない様にその概要を述べる。

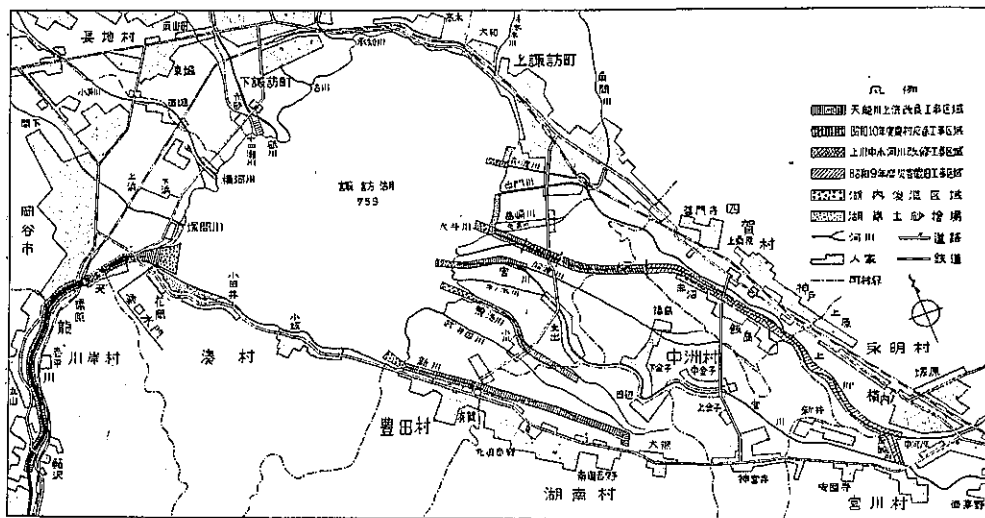
### 氾濫防止工事

(イ) 排水路の開鑿 本工事は天龍川上流改良工事の眼目にして、天龍川は計畫洪水量 7000 尺<sup>3</sup>に改修せられることゝなつた。今改修前後に於ける流量を比較すれば次の如し。

$$\text{改修前 } Q = 100 + 173 h + 141 h^2 \dots\dots\dots \text{水位 1.015 尺以下} \dots\dots\dots (1)$$

$$Q = 164 + 220 h + 39 h^2 \dots\dots\dots \text{水位 1.015 尺以上} \dots\dots\dots (2)$$

圖-2. 工事施行箇所一覽圖



改修後  $Q=415l+990.5h+68.5h^2$  水位-1.0尺以上 .....(3)

但し  $h$  は釜口量水標水位単位尺,  $Q$  は単位尺<sup>3</sup>

(ロ) 流入河川の改修 天龍川上流改良工事に於ては 上川, 宮川, 砥川, 横河川 の河口部分のみを改修することに止めたのであるが, 上川と宮川に對しては 單に河口のみの改修では充分なる治水上の効果を 期待することが出来ないで, 第二期工事として宮川の洪水量の 2/3 を取礮川によつて上川に導入し, 上川 1 川の改修によつて 2 川改修の目的を達成せしめた。上川改修工事は延長 6.0 km に及び, 災害復舊工事, 中小河川上川改良工事, 及農村應急上川改良工事等の費目を集め合計 865 000 圓に達してゐる。

(ハ) 排水河川の改修 新川鴨池川及舟渡川の 3 川は上流窪地の排水河川であつて, 是等の諸河川を改修の結果雨水の停滞に依る盆地内窪地の浸水をも完全に除去せらるゝことゝなつた。

利 水 工 事

(イ) 釜口水門の建設 本工事は計畫通り竣工した。

(ロ) 湖内浚渫及湖岸整理工事 湖内浅底部の浚渫は將來諏訪湖を貯水池化して水位を引下げた場合, 醜惡なる湖底の露出を防止する爲めと, 水質淨化の必要上計畫したものであつて, 又湖岸整理工事は浚渫土砂の處分上是を行ふものである。然るに湖岸浅底部の浚渫は水草を除去し漁業上悪影響を生ずるにあらざとの議論が起り, 又一方では諏訪湖の貯水池化が急速に實現の見込みがなくなつたので, 上諏訪下諏訪間の湖岸浅底部浚渫工事は是を中止し, 流入河川の河口先及排水口附近の浚渫のみを行ふことゝした。

2. 洪水時に於ける水門の操作

(1) 水門開放の場合に於ける水位の變化

$T_1$  時より  $T_2$  時に到る  $t$  時間内に湖に流入する流量を  $\Sigma Q'$  又湖より流出する流量を  $\Sigma Q$ ,  $T_1$  時に於ける水位を  $h_1$  又  $T_2$  時に於ける水位を  $h_2$ , その水位差を  $\Delta h$  とし,  $\Delta h$  に依る貯水量差を  $\Delta R$  とする時は流入量と流出量との間には次の關係が成立する。

$$\Sigma Q' = \Sigma Q - \Delta R \dots\dots\dots(4)$$

洪水前に於て水門の操作をなす場合には, 間もなく流入すべき洪水量を豫想せねばならない。然るに洪水量は雨量に比例することは勿論, 更に氣象地理的關係にも左右せられるので, 是が時間的變化を豫想することは極めて困難である。然し既往の洪水に對して水門の効果を論ずる場合には,  $\Sigma Q'$  は實際に湖に流入した流量を使用すればよい。

水門全開の場合 天龍川の流出量は既に (3) 式に示されてゐる故、 $t$  時間中に流出した流量は (5) 式となる。

$$\Sigma Q = \frac{t}{2} [8302 + 990.5(h_1 + h_2) + 68.5(h_1^2 + h_2^2)] \dots\dots\dots (5)$$

次に諏訪湖の貯水量  $R$  は (6) 式となる。

$$R = 155\,062\,667 h + 868\,333 h^2 \dots\dots\dots (6)$$

但し  $R$  は釜口量水標水位零尺を基準としそれより上方に於ける貯水量、単位尺<sup>3</sup>

$dh$  による貯水容量差  $dR$  は (7) 式となる。

$$dR = 155\,062\,667 (h_1 - h_2) + 868\,333 (h_1^2 - h_2^2) \dots\dots\dots (7)$$

$$\Sigma Q' = \frac{t}{2} [8302 + 990.5(h_1 + h_2) + 68.5(h_1^2 + h_2^2)] - [155\,062\,667(h_1 - h_2) + 868\,333(h_1^2 - h_2^2)] \dots\dots\dots (8)$$

となるを以て當初水位を  $a$  尺、8 時間後に於ける水位を  $x$  尺とすれば  $t$  は 28800 秒となる。是を (8) 式に代入して  $x$  に關する 2 次方程式の形に改むれば (9) 式となる。

$$1\,854\,733 x^2 + 169\,325\,867 x + 119\,548\,800 - 140\,799\,467 a + 118\,067 a^2 - \Sigma Q' = 0 \dots\dots\dots (9)$$

**流量限定の場合** 天龍川浚渫工事に依り諏訪湖の排水能力は著しく増大した結果、水門の開放を敏速に行ふならば敢て是を全開するに及ばず、流出量を 5000 尺<sup>3</sup>以下に限定することによつて上流の氾濫を防止することが出来る。而して流出量を 5000 尺<sup>3</sup>以下に限定するならば既往の最大洪水量よりも小さく、下流筋は寧ろ治水上に好影響を受けて上流も下流も等しく改修工事の恩恵に浴することが出来て水門操作の理想とする所である。

今  $q$  を每秒平均流出量即ち限定流出量とすれば、 $t$  時間中に流出した流量は  $tq$  となり、是を (4) 式に代入し (9) 式を導いたと同様の方法により 8 時間後に於ける水位  $x$  を次の (10) 式によつて算出することが出来る。

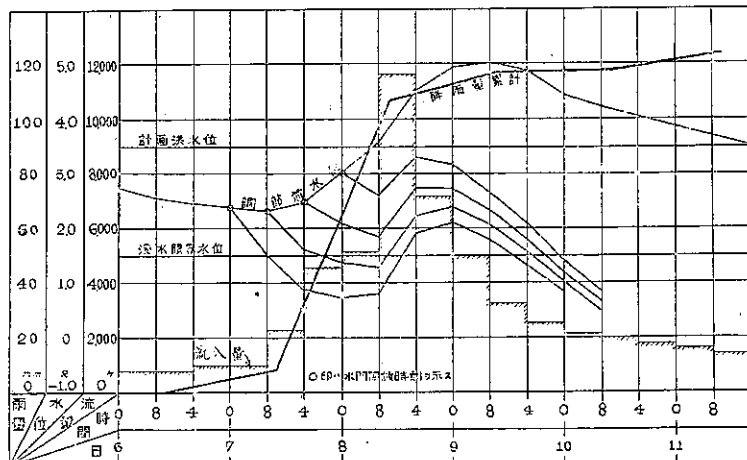
$$868\,333 x^2 + 155\,062\,667 x + 2\,830\,009 - 155\,062\,667 a - 868\,333 a^2 - \Sigma Q' = 0 \dots\dots\dots (10)$$

(2) 水門開放に適當なる時刻

**水門全開の場合** 水門の開放が早い程氾濫防止の効果は大きいので、降雨に際しては流入量を豫想し水門の操作を敏速に行はねばならない。諏訪湖では水源地に降雨があつて洪水量が湖に到着する迄には 4~5 時間を要する故、水源地の降雨状況を迅速に知り得るならば、少くとも 4~5 時間後に流入すべき流量を豫想することは容易で

今昭和 7 年 7 月の洪水に於て 7 日午前零時、午前 8 時、午後 4 時及 8 日午前零時と 4 つの時刻に夫々水門を全開したと假定して、(9) 式によつて水位の變化を算出し水門開放時刻の遲速が湖の水位に及ぶ影響に就て考へる。圖-3 によれば 8 日午前零時即ち洪水の發生を確認し得た時に水門を全開するも上流の氾濫は防止出来るが下流には計畫以上の洪水量を放流することゝなるので水門全開の時期は既に遅い。然るに 7 日午後 4 時即ち流入量増大の徴候を認め洪水の發生を豫知し得た時に水門を全開すれば、下流にも過大なる流量を強ひず上流も又水害から完全に逃れることが出来るので、水門全開の時刻としては最も適當である。然し未だ洪水の發生を豫知し得ない 7 日午前 8 時以前に水門を全開することは氣象上の理由がなく、若し豫想の如く降雨がなければ諏訪湖に濁水を生ずる虞があるので、水門全開

圖-3. 昭和 7 年洪水時水門全開による水位圖



の時期は尙早である。

**流量限定の場合** 昭和7年7月の洪水に於て流量を5000尺<sup>3</sup>、4500尺<sup>3</sup>、4000尺<sup>3</sup>の3種に限定し、水門開放の時刻を6日午後4時、7日午前8時、8日午前零時の3つの場合をとり(10)式によつて夫々水位を算出して圖-4に示す。圖-4に依れば8日午前零時に水門を開放したのでは流量を例へ5000尺<sup>3</sup>に限定しても上流は水害を逃れ得ない。7日午前8時では流量を

5000尺<sup>3</sup>に限定すれば水害を逃れ得るが5000尺<sup>3</sup>以下では水害を逃れ得ない。又6日午後4時では流量を4000尺<sup>3</sup>に限定しても水害を逃れることは出来るが、此の時刻では未だ水門開放に対する氣象上の理由がない。而して7日午前8時と云ふ時刻は降雨が始まつて間もない頃で洪水を豫知し得ないが、流入量増大の傾向は明かに知り得るので流量を限定して水門を開放するには最も適當なる時刻である。

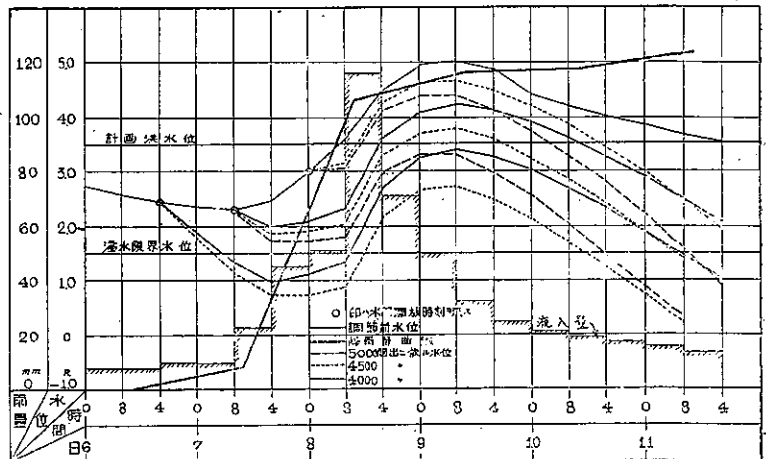
(3) 水門開放時刻の水位が湖の氾濫に及ぼす影響

諏訪湖に於ては急激なる短期間降雨によつて洪水を起す場合は稀で多くは長期間の繼續降雨によるものである。而して降雨の初期に於て洪水になる降雨か、然らざる降雨かを豫想しつゝ水門の操作が必要である。故に水門の操作に關しては洪水の發生を確認し得ない以前を豫備操作、洪水の發生を確認し得た時刻以後を本操作として是を區別することは説明の都合上便宜である。既に述べた如く水門を全開する場合ならば洪水の發生を豫知し得た時、又流量を限定する場合ならば流入量の増大を豫知し得た時、即ち此の時刻に遲滞なく水門を開放すれば上流は水害を逃れ得るのである。故に實際に於ける水門の操作は此の時刻に於て湖の水位を幾何の高さに置くべきかと云ふことが最も重要なる問題となつて来る。

**水門全開の場合** 大正12年の洪水をとり洪水發生を豫知し得た17日午後4時に水門を全開

するものとし、全開時刻に於ける水位が1尺、2尺、3尺、4尺の4つの場合をとり、水門全開時刻に於ける水位が氾濫に及ぼす影響に就て考へる。圖-5は各場合に於ける水位の變化を示したもので、當初水位は2尺以下では下流に過大の流量を強いることなく上流は水害を逃れ得るが、2尺以上では計畫以上の洪水量を下流に放流する

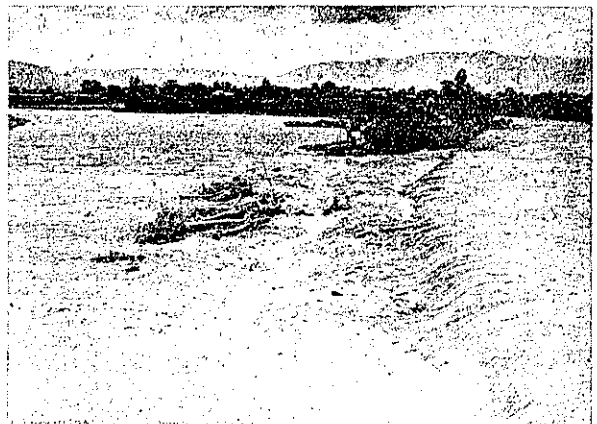
圖-4. 昭和7年洪水時流量限定による水位圖



寫眞-1. 昭和7年洪水に於ける諏訪湖の氾濫状況



寫眞-2. 昭和7年洪水に於ける宮川缺潰(改修前)



こととなる。故に準備操作期間中常に水位を 2 尺以下に置けば如何なる洪水に襲はれても 6 水門の全開により水害を逃れることが出来る。

**流量限定の場合** 大正 12 年の洪水に於て當初水位を 0 尺, 1 尺, 2 尺, 3 尺の 4 つの場合をとり, 流量を 5000 尺<sup>3</sup>, 4500 尺<sup>3</sup> 及 4000 尺<sup>3</sup> の 3 種に限定した場合の水位の変化を圖-6 に示す。當初水位 1 尺以下, 限定流量 5000 尺<sup>3</sup> ならば水害を逃れ得る。當初水位が 0 尺ならば 限定流量は 4000 尺<sup>3</sup> でもよい。然し當初水位が 1 尺以上ならば 5000 尺<sup>3</sup> 程度に流量を限定するも水害を逃れ得ない。故に準備操作期間中常に水位を 1 尺以下に置けば何時洪水に襲はれても 5000 尺<sup>3</sup> 以下に流量を限定して水害から逃れることが出来る。

(4) 洪水時水門操作要領

以上述べた所によつて洪水時水門操作に對して次の如き結論を得る。降雨と同時に水門は準備操作を必要とすることは勿論で、準備操作期間中は常に湖の

水位を平水位即ち釜口量水標 1 尺以下に置く様に流量の調節をなすと共に、絶へず水源地と連絡をとり降雨の變化に注意し洪水の發生を豫知することに努めるならば、何時洪水が襲來するも流量を 5000 尺<sup>3</sup> 以下に限定して氾濫の防止が可能である。然し實際問題として湖の水位を 1 尺以下に置くことは決して容易ではない。何となれば諏訪湖は釜口水門監理規程によつて最大水位差を 1 尺と定められ、平水位 1 尺では濁水の危険を感じ寧ろ水位を高めて貯水の必要を認める。故に降雨に對する豫測が裏切られる様な場合には湖の水位は 2 尺近くに上昇し、此の状態に於て水門の本操作を行はねばならないこととなる。此の場合には水門を全開して最大排水能力を發揮せしむるにあらざれば氾濫の防止は困難となる。

3. 昭和 13 年洪水に於ける氾濫の防止

(1) 降雨状況

此の年の洪水の於ける降雨状況は表-2 に示される。是を大正 12 年の洪水と比較するに降雨状況が非常に克く似てゐる。即ち降雨の連続日数は共に 8 日間にして前後 2 回に互り大雨を見てゐる點も兩者殆ど一致してゐる。然し

圖-5. 大正 12 年洪水時水門全開による水位圖

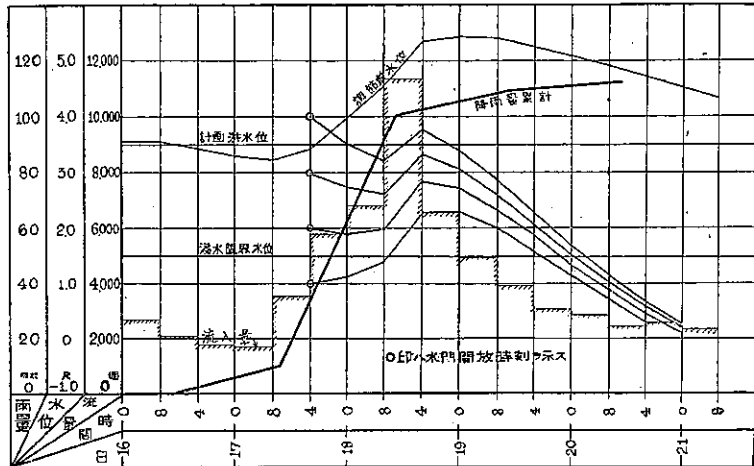


圖-6. 大正 12 年洪水時流量限定による水位圖

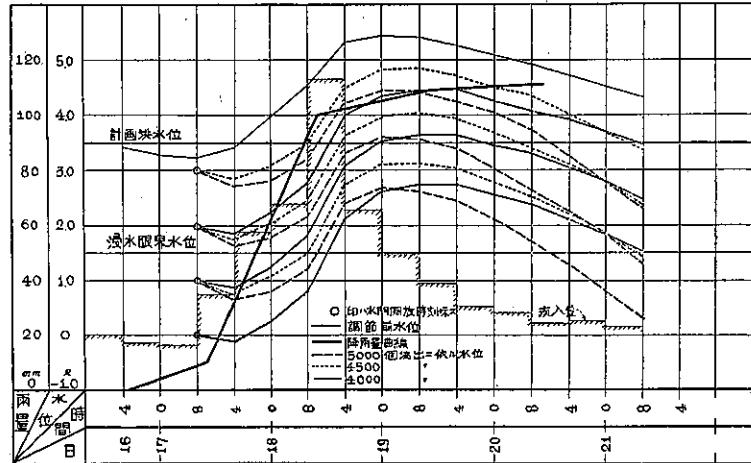
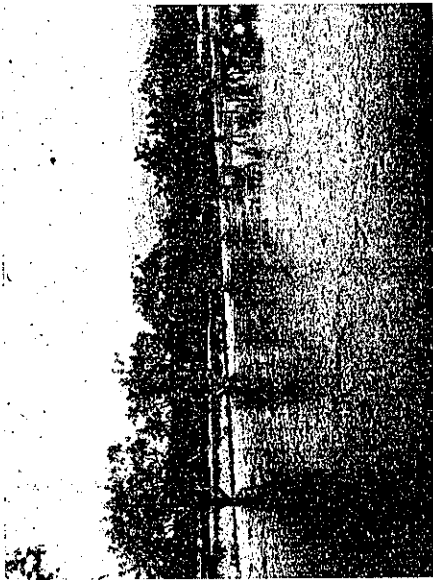


表-2. 大正 12 年-昭和 13 年洪水時降雨量一覽表

年 別	観測地	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日	第6日	第7日	第8日	合計
大正 12 年 自 7 月 12 日 至 7 月 19 日	北山	25.0	9.0	29.0	1.8	10.4	85.5	5.5	5.6	171.8
	上坂防	66.0	6.0	58.5	9.5	10.0	100.0	10.2	3.5	273.7
	川原	4.0	10.5	113.0	5.5	15.0	84.0	3.8	3.5	273.0
	富士見	56.0	53.0		14.0	33.6	40.0	48.0	28.0	272.6
昭和 13 年 自 6 月 28 日 至 7 月 5 日	北山	4.07	4.42	1.2	17.1	50.1	38.6	24.3	15.2	231.4
	上坂防	46.0	4.40	5.0	21.0	52.0	45.0	39.0	23.0	275.0
	川原	25.8	4.30	0.9	17.0	58.5	60.5	52.0	35.6	293.3
	水門	28.5	33.3		10.0	43.0	56.0	51.0	23.5	245.3

寫眞-3. 昭和13年洪水に於ける湖畔窪地の浸水状況  
(長水の程度輕微にして改修の效果顯著なり)



寫眞-4. 昭和13年洪水に於て水門を全開し水位低下中

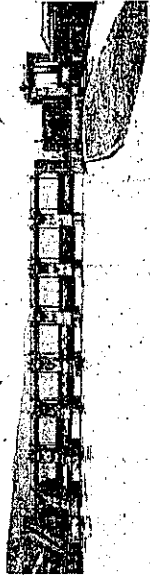
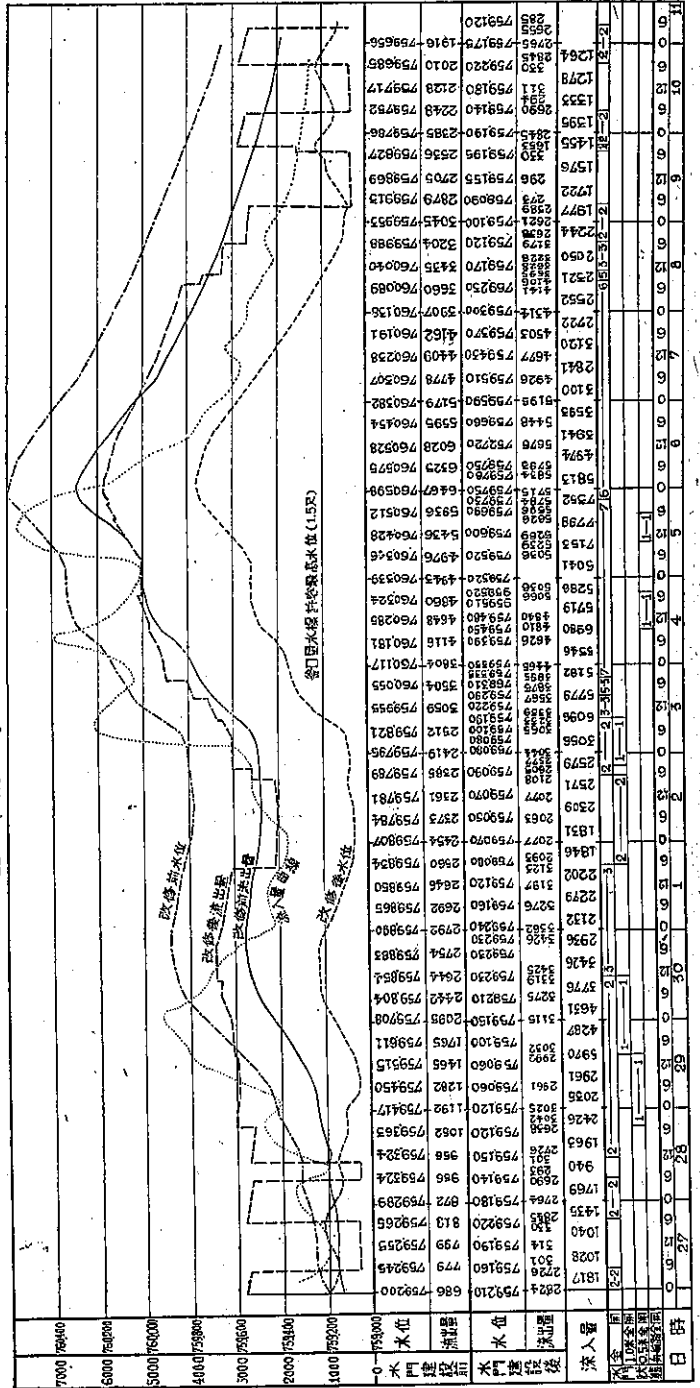


圖-7. 昭和13年洪水時水位及流量圖



昭和 13 年の洪水では日雨量の最大値が大正 12 年のものに比べて遙かに小さいが、雨量總計に於ては却つて大きく、8 日總計 300 mm に近い降雨量は諏訪地方では氣象觀測開始以來の最大記録である。而して諏訪湖の如く排水路の狹隘なる湖水に於ては寧ろ大正 12 年の洪水よりも氾濫に對しては悪性のものと言ふことが出来る。

## (2) 水門操作

本洪水に於ける水門の操作は圖-7 に示す如く 5 月 27 日より 6 月 10 日までの 14 日間に及ぶものにして、此の中 27 日より翌月 3 日までの 6 日間が準備操作期間であつて、後の 8 日間が本操作期間に屬する。先づ準備操作に就て述べる。

此の洪水があつた頃は灌溉水の最需要期にあつたので、洪水の發生を確認し得ない間は氾濫の防止よりも寧ろ貯水の機會を求めることに重きを置いた。従つて降雨があるも著しく水位を低下せしめず、常に平水位より上昇することを防止する程度に止めた。是が爲め流出量も 3 000 尺<sup>3</sup>前後として天候の變化に最深の注意を拂ひ洪水の豫知に努めた。然るに 3 日に至りて流入量は急激に増大し愈々洪水の發生を確認することが出来たので、此の時刻以後を本操作期間とする。先づ水門監理規程に従つて直ちに下流に警報を發し、急激なる流量の變化を避けつゝ漸次水門を開放し約 10 時間を以て 7 門を全開に到らしめた。水門全開後流出量は急激に増大して最大 5 834 尺<sup>3</sup>に、水位は 759.76 m に達したが、流入量の減少と共に水位は漸次低下を開始し 8 日午前 6 時には平水位に復したので、順次水門を閉鎖して水位の低下を防止することとした。

本洪水に於て水門を全開するも計畫洪水量に達しなかつたのは、當時天龍川は尙浚渫工事中であつて水門は排水全能力を發揮することが出来なかつた爲め、恰も流出量を 5 000 尺<sup>3</sup>程度に限定した場合と殆んど同じ結果となつた。従つて下流に於ては水門のない場合に比して流出量は却つて少く洪水の被害も多少軽減し得られた。斯く洪水時水門の効果を同時に上、下流に迄及ぼすには、降雨に際して最深の注意を拂ひ豫め是を豫想して水門の操作が必要である。

## (3) 水門による氾濫防止の効果

水門のある場合とない場合との水位及流量を比較することに依つて、水門が氾濫防止に及ぼす効果を明瞭に認むることが出来る。改修前に於ける天龍川の流量曲線式は既に (I) 式に示されてゐるので、 $t$  を 6 時間即ち 21 600 秒として (9) 式を導いたと同様の方法によつて次の (II) 式を得、是によつて 6 時間後の水位  $x$  を知ることが出来る。

$$2391133x^2 + 156995867x + 654467a^2 - 153129467a + 2160000 - \sum Q' = 0 \dots \dots \dots (II)$$

(II) 式によつて水位及流出量を算出し圖-7 に掲示する。圖-7 によつて水門建設前後の水位及流量を比較すれば、低水位期間中即ち準備操作期間中に於ては水門の開放により流出量の増大が甚しく、是によつて人爲的に著しく水位を低下せしめ既に水害防除の準備が洪水發生前に完了してゐることが認められ、準備期間中に於ける水門操作が如何に重要なるかを窺はれる。洪水後は水門を全開するも改修前に比して流出量には著しい變化がなく、水位は最高 760.598 m に達すべきものが改修の結果 759.76 m となり、その水位差 0.838 m となる。是丈けの水位差によつて諏訪湖畔で浸水を免れ得る反別約 7.5 km<sup>2</sup> に達することは圖-1 に依つて想像し得られる。而して水門のない場合に於ては水位は降雨期間中殆んど浸水限界水位より低下することなく、是れが爲め湖畔窪地は浸水したまゝ 25 日間程度を過ぎねばならないことは過去の經驗によつて明かである。然るに改修後に於ては浸水日數僅かに 5 日間にして、此の程度の浸水ならば農作物に何等の被害もなく水門の効果は水位の低下よりも寧ろ氾濫日數の減少に於て特に顯著に認められる。

## (4) 大正 12 年洪水と昭和 13 年洪水との比較

大正 12 年洪水と昭和 13 年洪水とは降雨状態が非常に克く似てゐるので、此の兩洪水を比較することに依つて改修の効果が更に明瞭に認められる。若し昭和 13 年洪水に際して水門がなかつたとしその水位及雨量を大正 12 年のものと比較すれば圖-8 となる。是によつて昭和 13 年の洪水は大正 12 年の洪水よりも悪性にして氾濫の被害は更に深刻なるべきものであつた。圖-9 は大正 12 年洪水と昭和 13 年洪水とに於ける氾濫面積を比較したも



ので、昭和 13 年の洪水には氾濫面積 2.5 km<sup>2</sup>、浸水日数 5 日間のものが、水門のなかつた大正 12 年の洪水には氾濫面積約 10 km<sup>2</sup>、浸水日数 30 日間となつてゐる。如斯く浸水が長期間に亘れば湖畔の廣大なる浸水地は殆んど収穫を擧げ得ないことが常である。誠に諏訪郡農會調査による湖の南岸氾濫地域内(4ヶ村)米收穫高を比較するに、大正 12 年が 21 563 石、昭和 13 年が 28 215 石にして、水害により減収すべき筈であるのに却つて 6 652 石の増収となつてゐる。更に是に上諏訪町外數ヶ村の増収を加へれば少くとも 8 000 石以上に達することは確實と認めらる。

#### 4. 灌漑期に於ける水門の操作

##### (1) 下流に於ける灌漑狀況

諏訪湖排水に依る天龍川上流部に於ける灌漑面積は 15.3 km<sup>2</sup> 所要水量 400 尺<sup>3</sup> にして、下流

横河川合流點に至れば最小 60 尺<sup>3</sup> の流入があるの外、左右兩岸より注ぐ小支流の水量及西天龍耕地整理地區よりの滲透水等が是に加はり、約 100 尺<sup>3</sup> 程度となるので、是によつて下流三峯川合流點までに要する灌漑水の大部分が賄はれ、諏訪湖排水量の僅かな部分が横河川合流點より下流耕地の灌漑に役立つてゐるに過ぎない。

##### (2) 下流に於ける灌漑水の不足

諏訪湖に於ては毎年 5 月中旬より湖の水位は急激に低下を始め月末頃最低點に達し、6 月中旬再び元の水位に復するを常とする。如斯き定期的水位の變化は降雨量の減少に起因するよりも、寧ろ諏訪湖流域内に於ける水田 68.4 km<sup>2</sup> を灌漑する爲めに生ずる現象に外ならない。即ち諏訪地方では 4 月下旬より代掻及田植が始まり一齊に河水を乾田に引込む爲めに急激に流入量が減少する。引用水量は土質によつて相異なることは勿論であるが、諏訪地方では水深 0.22 m 程度に到る迄乾田に灌へることを常としてゐるので 68.4 km<sup>2</sup> を田植するには實に 540 000 000 尺<sup>3</sup> の水量を要し、是丈の水量を 30 日間に引用するとすれば毎秒 260 尺<sup>3</sup> の水量が必要となる。従つて此の頃晴天が繼續するに於ては諏訪湖への流入量は急速に減少して、毎秒 180 尺<sup>3</sup> 以下となり水位も連日 2 cm 程度の減少を見るに到る。

然るに下流では前述の如く 400 尺<sup>3</sup> の灌漑水を必要とする。勿論西天龍耕地整理區への灌漑を要しない以前に於ては 180 尺<sup>3</sup> の水量を以て充分としたが、其の後耕地整理による開田面積が増大するに伴つて灌漑水の需要も増大し、事業完了後は 400 尺<sup>3</sup> の水量を必要とすることになるべきに、今尙諏訪湖の排水が自然排水状態に委せられ

圖-8. 大正 12 年洪水と昭和 13 年洪水との水位及水量比較對照圖

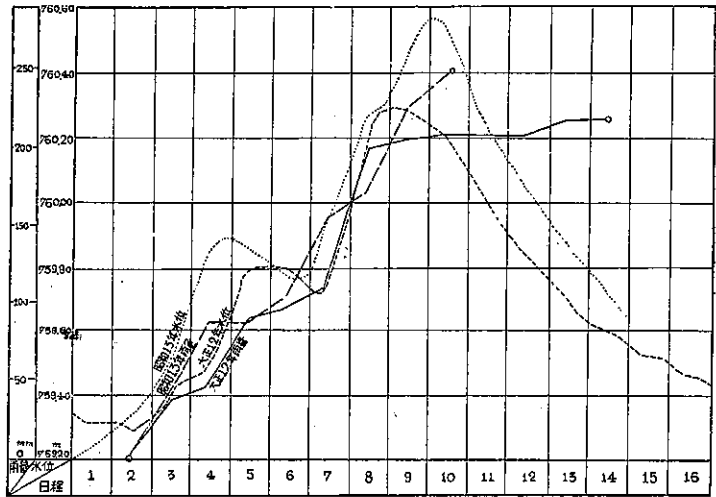
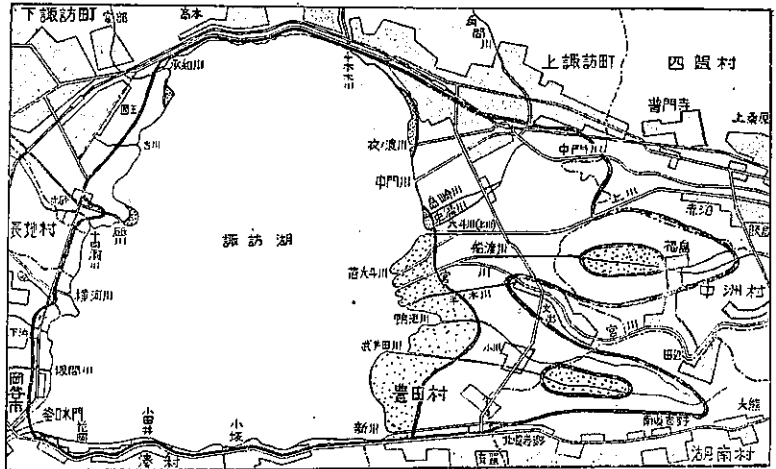


圖-9. 大正 12 年、昭和 13 年洪水に於ける氾濫面積比較圖



備考・ 諏訪川上流部及び船渡川上流部は主として排水の不完全に依る浸水なり

てゐたのでは、下流に於ける水不足は必至で渇水の年には植付不能の反別を相當生ずることを覺悟せねばならない。然るに開田工事進行の中途に於て、釜口水門が建設せられ、下流の耕地に對して灌溉水補給の責任を負ふこととなり下流耕地は水門の建設前に比して著しく耕作に安定を得るに到つた。

(3) 釜口水門監理規程

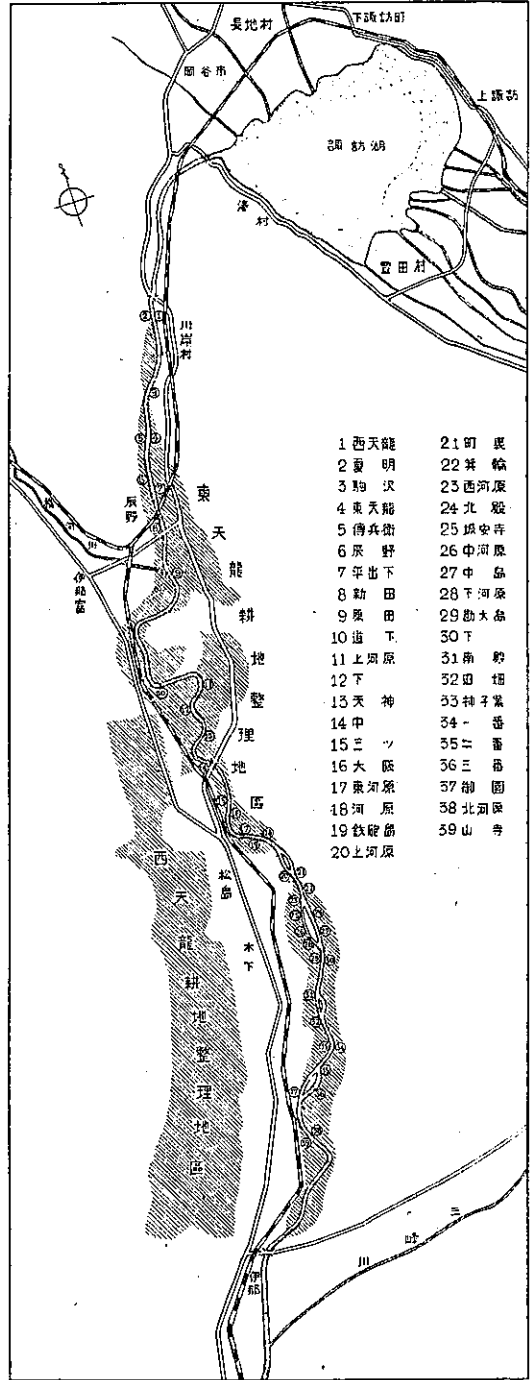
釜口水門は昭和 11 年 3 月 竣工したので長野縣は 4 月 30 日付縣報を以て釜口水門監理規程を公布し、以後水門の操作は一切本規程に依ることとした。

釜口水門監理規程によつて水門は長野縣知事是を監理し、所轄土木出張所長をして修理及操作に關する事項を掌らしむることとした。又別に水門看守人を置き出張所長の指揮を受けて水門操作事務を實際に處理せしめる。洪水時に水門を開放するに當つては下流に急激なる流量の變化を與へないことは勿論、3 門以上を全開するに際しては下流筋耕地關係者、警察署、土木出張所に警報を發する様に規定せられてゐる。流量及水位に關しては別に附則に於て定められてゐる。即ち流出量は 3 月 1 日より 10 月 30 日迄の灌溉期には最小 250 尺<sup>3</sup>、灌溉期以外は最小 180 尺<sup>3</sup>とせられてゐる。水位は 7 月 1 日以降 2 月末日迄が最低海拔 758.893 m (釜口量水標水位 0.53 尺) 以上とし、3 月 1 日より漸次雪解水によつて水位を高めて 5 月 1 日に於て最高 759.200 m (釜口量水標水位 1.50 尺) に達せしめ、5 月 20 日迄は此の水位を維持し 5 月 21 日より水位を低下せしめて 6 月 30 日迄に最低水位即ち 758.893 m に復歸せしむるものである。本規程によつて下流筋耕地は 250 尺<sup>3</sup>の灌溉水を保證せられ、上流筋は最大水位差を 0.307 m と限定せられたこととなり、上流も下流も共に改修前に比して著しく有利となつた。

(4) 水門操作狀況

釜口水門完成後既に 4 ヶ年を経過してゐるが、毎年必ず 5 月 6 月頃にかけて下流耕地より水不足を訴へることが甚しい。是は西天龍耕地整理事業による開田面積が増大した結果である。然し諏訪湖の現状では下流が要求する丈の水量を與へられない。加之此の頃に到れば水位の低下は極めて急速にして 1 日最大 3 cm、平均 2 cm に及ぶ故、水門操作當事者としては近い將來に降雨の確實性が認められない限り、流出量を最小限度近くまで漸次減少せしめて水位の低下を防止することとなるので、下流では致方なく灌溉水の使用を節約し極力水不足を打開することに努める。尙それでも不足すれば一時代掻及田植を中止して降雨を持つより外に手段がない。而して毎年必ず斯様な事態を生ずるので、下流の耕地では灌溉水節約の技巧に熟練し、今日に於ては約 350 尺<sup>3</sup>を以て満足し得る程度に成功した。參考の爲めに西天龍耕地整理組

圖-10. 諏訪湖排水を以て灌溉する耕地圖



合に於ける河水節約の要領を述べる。

1. 水利係を設けて個人には絶対に導水させないこと。
2. 代掻田植は従来全地区一齊に行つてゐたが、是を廢して豫め組合に於て日程を定め、必ず是を實行せしめ且つ着手の時を早め終了の時を遅らせて一時に多量の灌溉水の使用を避けること。
3. 漏水の試験をなし灌溉水の滲透流出の甚しいものは漏水防止の手段を講ずること。

(5) 水門に依る流量調節が下流に及ぼす利益

水門建設前後の水位及流出量を比較することによつて水門が下流に及ぼす利益が明かに認められる。改修前に於ける天龍川流量曲線式は既に(1)式及(2)式に示されてゐるので、 $t$ を24時間即ち86400秒として、(9)式を導いたと同様の方法に依つて次の(12)式及(13)式を得、是によつて24時間後の水位  $x$  を知ることが出来る。

$$6.959533x^2 + 162795467x + 5222867a^2 - 147329867a + 864000 - \sum Q' = 0$$

水位 1.015 尺以上 .....(12)

$$2553133x^2 + 164568667x + 816467a^2 - 145558667a + 14169600 - \sum Q' = 0$$

水位 1.015 尺以下 .....(13)

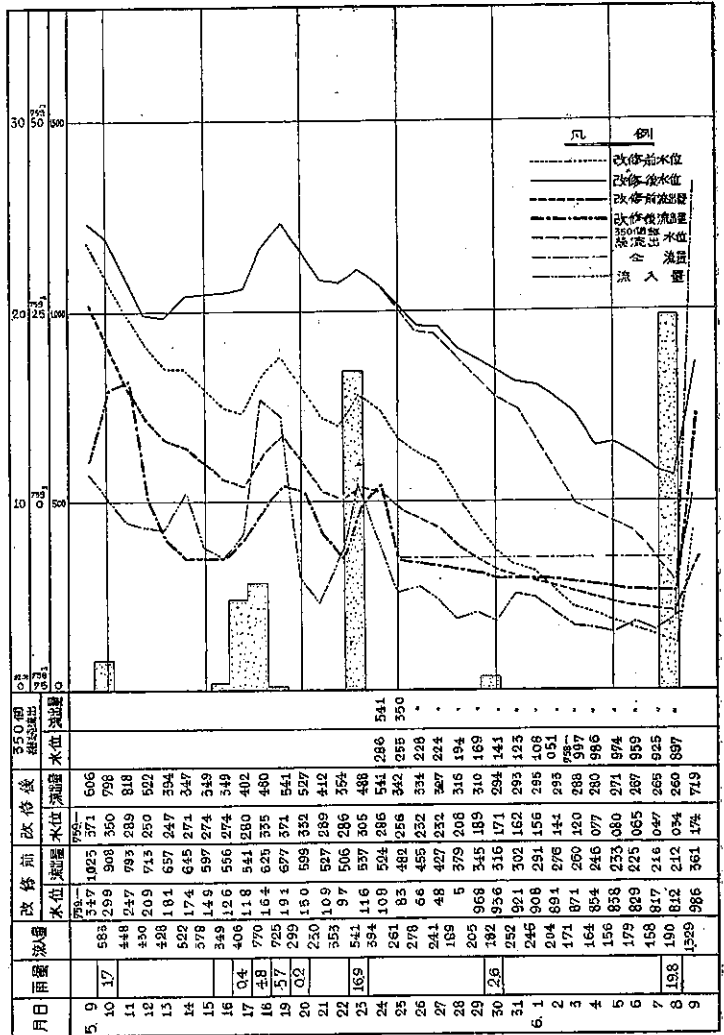
昭和13年5月上旬より6月上旬に到る1ヶ月間は極めて稀に見る濁水であつて、灌溉水の補給に苦心をしたが、此の際水門の建設なく自然排水であつたならば、その水位及流出量は上に掲げた(12)式及(13)式によつて求められその結果を圖-11に示す。

圖-11によれば水門の流量調節の結果、最小流出量は260尺<sup>3</sup>となるが自然排水に於ては最小212尺<sup>3</sup>となり、水門の建設により下流に對して48尺<sup>3</sup>だけ灌溉水を増大し得た。而して自然排水なれば初期に於て流出量が大きく後期に於て小さいが、調節の結果は初期に於て成可く無駄の放流を避けて貯水し後日の濁水に備へることとなる。是が爲め最低水位は自然排水の場合よりも却つて0.222m高いこととなつた。即ち水門建設の結果上流に於ても著しき濁水を免れ觀光衛生方面に受ける恩恵は決して小さいものではない。

(6) 灌溉期給水に對して將來研究すべき問題

田植期特有の濁水は晴天が數日間繼續すれば必ず發生するものであつて、過去の統計によれば此の期間に流入量が200尺<sup>3</sup>以下に減少することは決して稀ではない。然し昭和13年の如き濁水は稀有のものであつて、此の程度の濁水に處しても尙下流に260尺<sup>3</sup>の給水が出来たと云ふ事實は、將來餘程の濁水に出合つても監理規程による最

圖-11. 昭和13年濁水時水位及流量圖



小流量 250 尺<sup>3</sup> は不安なく繼續流出せしめ得るものと考へる。而して昭和 13 年の濁水は最高水位 759.371 m より最低水位 759.034 m に下り、是による水位差 0.337 m にして監理規程による水位差を超過すること僅かに 0.03 m に過ぎない。然るに下流耕地では規程による最小流出量 250 尺<sup>3</sup> では不足し給水量の増大を要求するが、是は將來監理規程の改正によつて行ふべき問題である。

今假りに下流筋に最小限度と認められる 350 尺<sup>3</sup> を繼續給水したとして、幾何の水位差を要するかに就て考へる。圖-11 は 5 月 25 日より 6 月 8 日迄 350 尺<sup>3</sup> を繼續流出せしめた場合の水位を示したものである。是によれば 350 尺<sup>3</sup> を繼續流出するには更に 0.137 m の水位差を要する。故に最大水位差を 0.47 m とすれば昭和 13 年の濁水に際しても 350 尺<sup>3</sup> の流量を補給し下流の耕作を順調に進行せしめることが可能である。然らば新しく加はるべき水位差 0.17 cm を上方に増大すべきか、下方に増大すべきかは輕々しく決定出來ない。何んとなれば諏訪湖は現在その利用が高度化して 1 cm, 2 cm の水位を争ふ時代となつてゐるので、上にすれば湖畔窪地耕作者の反對が必至であり、下にすれば漁業観光方面よりの苦情を覺悟せねばならない。然し自然排水時代には水位が釜口量水標零尺即ち海拔 758.741 m 附近まで低下した事實があり、且つ最低水位を零尺と定めても此の水位は大濁水の場合にのみ生じ、平年に於ては此の點までの水位低下はない。又上にすれば窪地田圃の浸水は免れ得ないが窪地に或る程度人工を加へれば浸水を防止し得る手段があり、假りに窪地田圃に浸水するとしても時期によつては著しき被害がないので、斯様な點を研究の上水門の效果を更に下流耕地にまで及ぼすことは今日最も必要なこととせられてゐる。

(諏訪湖の水位は從來釜口量水標により尺を單位として表はされてゐたが、昭和 11 年監理規程によつて米突による海拔高に訂正された。然し流量は監理規程に於ても又下流筋でも未だ尺<sup>3</sup>を以て表はしてゐるので、本文に於ては水位は監理規程發表以前のものは釜口量水標により以後のものは海拔高により、又流量は總て尺<sup>3</sup>によつて表はすこととした。)