우리나라에 現存하는 몇개의 水文學的公式에 對한 批判

朴 成 宇

I) Introduction.

이 小論은 現在 우리나라에서의 漑排, 排水 그리고 또 河川의 洪水調節을 爲한 諸工事에 使用하고 있는 諸實驗公式에 對하여 論하려는 것이다.

II) 現在 使用하고 있는 三個公式에 對한 檢討와 批判

(1) 小流域에 있어서의 貯水池의 受水量公式

한국의 貯水池設計의 基本인 受水量을 算出하기爲한 實驗式을 日本의 松井 精三郞氏가 大正十年(1921)에 다음과 같이 發表하였다.

年降雨가 100mm 以下의 경우,

〃 〃 以上 〃

$$\left.\begin{array}{l} C=0.022R^{1.55} \\ C=0.065R^{1.4} \end{array}\right\} \cdots\cdots(1)$$

(1) 式은 松井氏가

釜山…………312 hal

水原…………1995 hal

鎭南浦………228 hal

의 三個所에서 貯水池의 受入口(Inlet)에서의 流入量을 月別로 觀測한 것에 依하여 實驗式을 유도한 것이다[別表(1)參照].

水原과 鎭南浦의 實驗은 그의 實驗式을 유도하기 곤난하다는 理由에서 포기하고 釜山에서의 觀測値에 依하여서만 實驗式을 유도하였다.

釜山의 貯水池는 上水道用 貯水池였으며 그의 受水面積은 적으며 Watershed의 性格은 單純하였다.

筆者가 今年 六月 末頃에 直接 實際踏査를 하였는데 森林이 울창하였고 流域內에 耕地는 全無하며 複雜하지도 않었고 또한 其當時에도 그랬다고 하였다.

그리고 鎭南浦 水原의 流域의 性格은 複雜하였다고 하였다.

(1) 은 $C=KR^{n}$…………(2)

와 같은 指數函數이며, 松井氏는 K=0.022 또는 0.065. n=1.55. 또는 1.4를 얻었다. 이에 筆者는 氏의 觀測値에 依하여 다시 計算하여 k. n의 값을 再確認하려 한다.

A) 주어진 觀測値에 依한 計算

$$C=KR^{n}\cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

② 에서 $\log C=\log K+n\log R\cdots\cdots ③$

$$\log C=Y,\ \log K=A,\ n=B,\ \log R=X$$

라고 하면 ② 는

$$Y=A+BX\cdots\cdots\cdots\cdots ④$$

④ 에서 A,B의 값을 최소자승법에 依하여서 얻은 값을 k,n의 값과 比較하려 한다.

④ 에서 $\dfrac{\partial S}{\partial A}=0$ $\dfrac{\partial S}{\partial B}=0$ 의 조건 下에

다음의 正規方程式이 만드러진다.

$$\left.\begin{array}{l} NA+B\Sigma Xi=\Sigma Yi \\ A\Sigma Xi+B\Sigma Xi^2=\Sigma XiYi \end{array}\right\}\cdots\cdots ⑤$$

④ 의 A,B의 값을 찾는데는 ⑤를 A,B에 關하여서 풀면되지만 Linear regresion의 一般型은 $\hat{\beta}=\dfrac{SP_{xy}}{SS_x}$ $\hat{L}=\bar{Y}-b\bar{X}$ 의 公式을 使用하여 주어진 觀測値에서 統計量을 計算하면

$\Sigma Xi=118.4335.$ $\Sigma Xi^2=240.8813$ $\bar{X}i=1.794$

$\Sigma Yi=97.8977$ $\Sigma Yi^2=174.7946$ $\bar{Y}i=1.483$

$\Sigma XiYi=198.6733$ $(\Sigma Xi)(\Sigma Yi)=11594.3672$

$(\Sigma Xi)^2=14026.4939$

∴ B=0.81107 A=0.02788

∴ ② 의 Kn의 各各의 값은

K=0.811 n=1.65

$\therefore\ C=0.811$⋯⋯⋯⋯⑥

即 松井氏의 誘導한 實驗式과는 相當한 差가 있음을 본다.

B) 誘導한 實驗式의 有意性

流出量公式이 (2)에서 指摘한 것과 같은 指數型 方程式인가의 如否는 모를 일이다.

元來 流域에서의 流出量은

1) 降雨의 量(Mass rainfoll)
2) 其의 密度(Rain intensity)
3) 流域內의 土壤性質(Distribuded soil condition watershed)
4) 被覆한 植物(Coverd Vagatations)
5) 流域의 경사(Slope of watershed)
6) 其他 排水性格(Surface Strage character)

等에 依한 것이며, 單純한 降雨의 量 만의 factar는 아니다.

松井氏가 提示한 (1)式은 R만의 函數를 表示한 것이니까 事實 위의 例擧한 水文學的 理論과는 相違하다.

그러며 筆者가 計算한 (6)式을 檢定하여 보려 한다.

檢定의 假設은 주어진 資料에서 만드러지는 實驗公式은 ②와 같은 型式의 指數函數이냐의 如否이다.

Anova of Linearity

Saurce	df	SS	M.S	F
Total	65	29.6060		109.0333
Due to lin	1	18.6556	18.6556	
Within deviation from lin	64	10.9504	0.1711	$F_{5}\%=5.29$

$$\text{Total}\cdots\cdots \Sigma\Sigma Yi^2-\frac{\Sigma Y^2}{N}=29.6060$$

$$\text{Due to}\cdots\cdots\frac{(SP_{xy})^2}{SS_x}=\beta^2SP_{xy}=18.6556$$

위의 分散分析은 完全히 否認하는 것이다.

即, ②와 같은 形態의 實驗公式으로는 貯水池의 受水量을 計算할 수 없다는 것을 가리키고 있다.

C) 降水量과 受水量의 聯關性은 如何한가?

統計學에서 말하는 Correction InDex. I^2_{xy} 의 값을 計算하여 其의 聯關性을 보려 한다.

$$I^2_{x}=\frac{\text{SSdue to lin}}{SS}=29.6060$$

$$=\frac{18.6556}{296060}=0.63$$

이 값은 降水와 流出量과의 關係는 있다고 볼 수 있지만 其의 關係性은 63%임을 表示하고 있다.

D) 結　　論

韓國에 있어서 降水量과 總流出量과의 關係式은 松井氏의 提示한 (1)과 같은 形態의 實驗式으로는 表示할 수 없으며 事實 美國의 여러 種類의 流出量 公式도 이렇한 型態의 式은 없다.

(B)에서의 統計學的 有意性檢定은 이것을 證明해 준다.

事實流出量은 R만의 函數는 絕對로 아니니까 (1)과 같은 型의 函數로서의 C의 값을 求할 수 없으며 松井氏도 自己의 論文에서 指摘한바와 같이(1921년 土木工學會誌 第七卷) 釜山以外의 두 地區의 實驗値에서는 (I)과 같은 값을 求할 수 없었을 뿐만 아니라 結果가 複雜하여서 포기하였다고 論하고 있다.

위에서 여러가지로 例示하여 論한것과 같이 松井氏의 古典的 受水量公式은 利用價値가 거의 없을 것이라고 生覺되는 바다.

II 梶山淺次郞氏의 受水量公式

$C=\sqrt{R^2+(138.6f+10.2)^2}-138.6f+E$⋯⋯(1)

여기서 C=⋯⋯受水量 mm
R⋯⋯⋯降水量 mm
f⋯⋯⋯係數 1.4~0.6
E⋯⋯⋯更正値

(1)은 當時 조선총독부 技手인 氏가 昭和4年(1929년)에 發表한 것인데 우리나라 大少 73個所의 河川에서 大正 五年(1191)부터 昭和 2年(1927)까지 10年間(73個所 全部가 아님, 其中 最長의 觀測記錄이 12年임)의 記錄을 整理하고 其中 다시 24個所의 값만을 再整理하여서 發表한 것이다. 이 實驗을 만드는데는 다음과 같은 假定下에서 行하여졌다.

(ㄱ) 假　定

i) 韓國의 모든 河川에서의 調査結果流出量은 40%~70% 平均은 57%

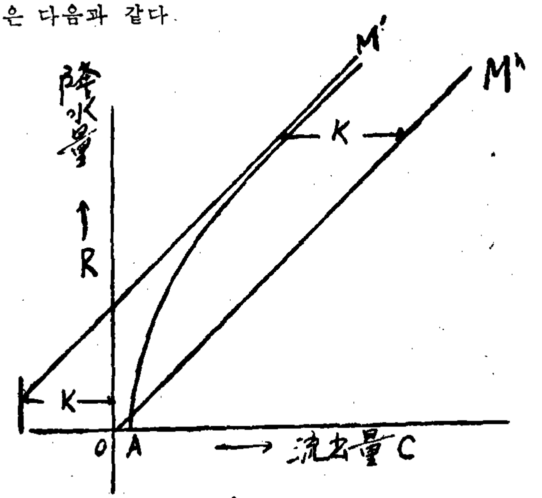
ii) 降水)에서 (流出)은 300mm~700mm이며 平均 500mm이다.

iii) 月降水量이 全然 없다고 하여도 10mm 以外는 流出量이 항상있다.

iv) 月降水量이 如何히 많드라도 流域內에서의 消費量은 月 100mm~200mm 사이에 있다.

(ㄴ) 公式誘導過程의 數學的 說明

(A) 의 Assumption 下에서 (1) 의 誘導過程은 다음과 같다.



[Fig 1]

$$(c+k)^2-R^2=(k+a)^2 \cdots\cdots\cdots\cdots (a)$$

fig (1) 의 意味하는 것은 方程式 (a) 로 表示할 수 있는데 (a) 에서 C……流出量(mm)

R……降水量(mm)

a, K……常數

그리고 fig (1) 이 意味하는 바는

OA……月降水量이 全無하드라도 最少의 流出量 OA 만큼은 항상있다. 即 OA=a.

K……月降雨量이 充分히 있드라고 하드라도 流域內에서의 最大消費量은 K 를 超過할 수 없다.

即 여기서는 K 의 값이 (300mm~700mm)이다. 故로 流出曲線 C 는 A 를 頂點으로 하고 l 을 漸近線으로 하는 双曲線이라는 것이다.

(a) 에서 의 값을 得하기 爲하여

$$K=\frac{1}{2}\left\{\frac{R^2}{c-a}-(c+a)\right\} \cdots\cdots (b)$$

여기서 a, c, R 등의 既知値를 多數 代入하고 거기에서 얻어지는 K 의 값을 算術平均하므로 K의 값은 얻으짐. 따라서 이런 方法에 依하여 求한 各 統計値는 a=10.2 k=138.6

故로 (a) 에서

$$(C+K)^2=R^2+(K+a)^2$$

$$\therefore (C+K)=\sqrt{R^2+(K+a)^2}$$

$$\therefore C=\sqrt{R^2+(K+a)^2}-K$$

$$\therefore C=\sqrt{R^2+(138.6+10.2)^2}-138.6 \cdots\cdots (c)$$

(c) 에서 138.6mm 는 流域內에서의 月間降雨의 量이 如何히 多量의 경우라도 即 流域內의 最大消費量이긴 하나, 이것을 일률적으로 使用하기에는 곤난하므로 Assumption (A) 에서 年消費量은 300mm~700mm 그리고 其의 平均은 500mm 이니까 500mm 를 中心으로 할 때에는 0.6~1.4 의 變化가 있다는 理由에서 f=0.6~1.4 의 값을 주고 C 를 다시,

$$C=\sqrt{R^2+(138.6f+10.2)^2}-138.6f \cdots\cdots\cdots (d)$$

(d) 를 다시 各月에 따라서 修正値를 주므로써 $C=\sqrt{R^2+(138.6+10.2)^2}-138.6f+E \cdots\cdots (1)$ 여기서 E 의 값을 어떤 特定한 달에 따라서 달라지는 값인데,

E……[−30mm~+12mm]

[例] 6 月의 總降水量이 200mm 라면 流出量은 $C=\sqrt{40000+(138.6+10.2)^2}-(138.6-30) \cdots (E)$

≒82mm 約 41% 의 流出量이다.

※ E……6 月의 값은 (−30mm)

f ……10으로 하였음.

(ㄷ) 批 判

a. 統計的 計算의 再確認

松井氏의 경우와 같이 그의 公式誘導의 諸觀測을 알면 다시 計算하여서 確認할 수 있으나 使用한 觀測値의 諸 Data 가 不分明하여서 計算할 수 없었다.

b. assmption 의 批判

i) 受水量 曲線이 双曲線 函數의 型態를 갖인다는 것은 좋은 着眼이라고 본다.

ii) 降水가 없어도 河川의 경우에는 a 의 값만큼 流出한다는 것은 事實일 것이다. 그리고 또 drainage basion에서의 maximum Infilfration Capasity 가 K 의 값을 갖는다는 것도 수긍할수 있다.

iii) 然而나 얻어진 a, k 의 各各의 값을 單純한 算術平均에 依하여 얻은 값이므로 석연치 않다.

III 全體的 結論

a) 各河川의 watershed 의 性格을 一括的으로 取扱하고 即 Homogeneous watershed(同質

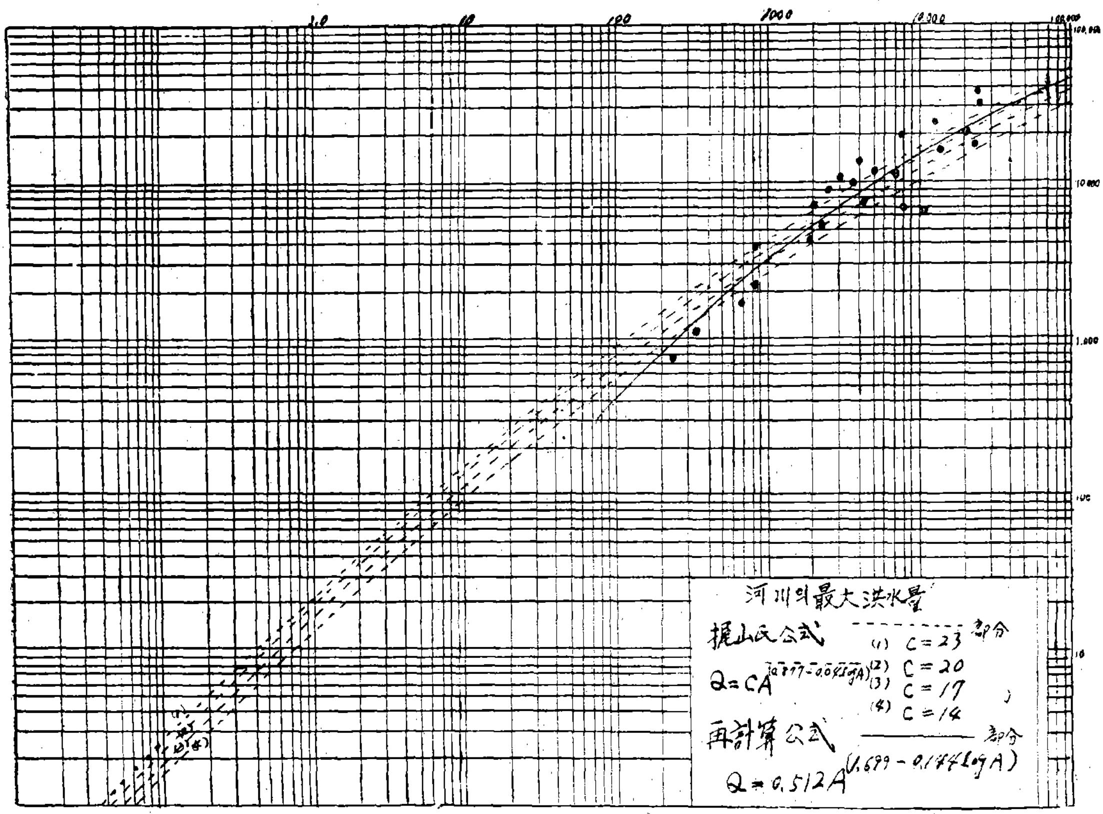
流域)로 取扱한 것은 速斷이다. 비록 우리나라가 狹少하다 하나 22 萬 平方 Km의 地域은 그다지 單純한 地勢는 아니며 따라서 各河川의 流域이 同質한 流域이라고 볼 수는 없다.

b) Watershed 의 Maximum Influtration Capasity 가 틀림없이 一定한 限界點에서 接近할 수는 있지만 大少河川의 watershed 의 性格은 千差萬別일 것이니까, 河川流出의 觀測值에서 이 값을 得할 수 없으며 얻은 값은 無意味하다. 그리고 또 滲透量이라는 것은 土壤의 種類와 降雨의 量, 其의 密度에 依한 것인데 單純한 方法에 依하여 計算되는 것은 아니다.

c) 公式 (1) 은 河川의 受水量公式으로 河川을 承水路로 하는 大貯水池 等에는 參考가 될 수 있겠지만 우리나라 農業用貯水池의 受水量設計公式으로서는 (1) 은 無意味하다. 理由는 α) 流域이 廣大할 때 卽 公式 (1) 의 河川이라 함은 所謂 Ephemeral 에 屬하는 것이며 따라서 降雨後 其의 Hydrograph 는 充分히 갖고 또 地表面流去外, 地下流去도 河川에 合한 것이니까 降雨에 依한 直接的인 Run off 以外 a 의 값을 갖일 수 있다.

(1) 우리나라 農業用貯水池는 比較的 田畓보다 높은곳에 位置하며 其의 流域은 그다지 넓은 面積은 아니다. 여기에 모이는 承水路는 所謂 Intermittent, 또는 Perennial 에 屬할 性質의 것이므로 Hydrograph 의 기리도 짧을 것이며 地下流去가 河川에서 모이는 것과 같이 모인다는 것은 거의 없다. 故로 a 의 값을 갖는다는 것은 生覺에 넣어서는 안될 것이다.

(2) 外國에서의 此種目的을 爲한 公式은 充分히 各地方마다의 水文學的 諸性質의 差異를 計算에 넣고 實用的 價值를 높이고 있다. 然而나 公式 (I) 은 韓國全體를 一律的으로 取扱한 것은 대단히 지나친것이며 솔직히 말하면 農業用貯水池設計의 基本이 될 公式으로는 不適當하다고 말하고 싶다.



流域面積 Km²

(IV) 堀山淺太郎氏의 洪水公式

堀山氏는 昭和四年(1929)에 韓國大少河川에서의 21個의 觀測値에 依하여 다음과 같은 最大洪水量을 面積의 函數로서 表示하였다.

(別表 (2) 參照)

$Q = CA^{0.877-0.04\log A}$ ....(1)

Q............maximum flood flow m^3/sec.

A............area of water-shed. km^2

C............係數 14. 17. 20 의 各各의 값,

筆者는 여기 (1) 을 주어진 data 에 依하여 다시 計算하려 한다.

流域面積 Xi
最大洪水量 Yi } 라고 놓는다

(1) 式의 基本型은

$Q = CA^{a+b\log A}$ ....②

堀山氏는 ② 를 ① 에서 表示한바에 依하면 a=0.877 b=−0.04 그리고 c=14, 17, 20, 23 으로 增加하였다.

A) 公式의 再計算

筆者는 주어진 觀測値에 依하여 다시 a, b, 그리고 c 의 값을 계산하려 하는 것이다.

② 에서 兩邊의 對數를 取하면

$\log Q = \log c + (a + b\log A)^{\log A}$.

$\log Q = \log C + a \log A + b(\log A)^2$ ......③

③ 에서 log Q=Y. log C=A. a=B. b=c. logA=X. 라고 놓으면

③ 은 $Y = A + BX + CX^2$......④

④ 에서 A. B. C 를 求하기 爲하여

$\dfrac{\partial S}{\partial A}=0,\ \dfrac{\partial S}{\partial B}=0,\ \dfrac{\partial S}{\partial C}=0$ 가 되겠금 이 條件을 滿足 시키는 최소자승법의 正規方程式은

$$\left.\begin{aligned} NA + B\Sigma X_i + C\Sigma X_i^2 &= \Sigma Y_i \\ A\Sigma X_i + B\Sigma X_i^2 + C\Sigma X_i^3 &= \Sigma X_i y_i \\ A\Sigma X_i^2 + B\Sigma X_i^3 + C\Sigma X_i^4 &= \Sigma X^2 i Y_i \end{aligned}\right\} \cdots\cdots ⑤$$

⑤ 를 풀기 爲하여서 觀測値에서의 計算値는 各各 다음과 같다.

$$\left.\begin{aligned} &N=24 \quad \Sigma X_i = 86.43320 \quad \Sigma X_i^2 = 319.08190 \\ &\Sigma X_i^3 = 1203.40462 \quad \Sigma X_i^4 = 4622.14338 \\ &\Sigma X_i Y_i = 343.28481 \quad \Sigma X_i^2 Y_i = 1284.44983 \end{aligned}\right\} \cdots ⑥$$

⑥ 을 ⑤ 에 代入하면

$$\left.\begin{aligned} &24A + 86.43320B + 319.08190C = 93.81510 \\ &86.43320A + 319.08190B + 1203.40462C = 34328481 \\ &319.08190A + 1203.4040462B + 4622.14338C = 1284.44983 \end{aligned}\right\} ⑦$$

⑦ 에서 A = −0.29017, B = 1.6992, C = −0.1444

∴ 此等의 값을 다시 對數表에 依하여 逆對數値를 求하면 求하려는 係數의 값은 다음과 같이 얻어진다.

a = 1.6992 b = −0.1444 C = 0.512

∴ 最大洪水量公式

$Q = 0.512A^{1.6992-0.1444\log A}$ ....⑧

⑧ 式은 堀山氏가 朝鮮河川調査에서 ① 式의 산출 기초로써 提示하였던 觀測値表에 依하여 Friden 22 자리 電氣計算器에 依하여 計算한 값이다.

B) 原實驗式과 新計算式과의 批判

$$\left.\begin{aligned} Q &= CA^{0.877-0.04\log A} \cdots\cdots ① \\ Q &= 0.512A^{1.6992-0.1444\log A} \cdots ⑧ \end{aligned}\right\}$$

(i) 事實 ①⑧ 은 共히 같은 指數方程式이며 ⑧ 은 Watershed 의 Area 가 洪水에 미치는 影響이 ① 보다 훨씬 銳敏하다는 것을 意味한다. 우리나라와 같이 降雨時에 其 流去를 阻止할만 條件이 못되는 山의 모습을 볼 때 面積이 적으면 적을수록 Peak-runoff(最大流出)의 시각이 빠를 것이니까, 이러한 理論에서도 ⑧ 은 ① 보다 理論的일 것이며 其의graph를 實際로 보면 더한층 理解할 것이다.

表 (1) (松井氏基礎觀測値表)

年	月	降雨量 (R)mn	流水量 (C)mn
1915	7	70.4	17.2
	8	345.0	266.7
	9	375.0	323.4
	10	130.6	84.5
	11	101.4	71.4
	12	0.5	14.3
1916	1	45.9	14.5
	2	49.6	18.0
	3	33.6	28.4
	4	208.2	143.0
	5	189.3	127.8
	6	525.6	355.8
	7	229.7	220.0
	8	96.6	33.2
	9	491.7	315.8
	10	70.2	24.8
	11	78.2	16.4
	12	9.3	6.4
1917	1	8.8	5.0

	2	1.9	1.7
	3	88.4	27.0
	4	55.5	11.5
	5	42.0	18.2
	6	138.4	29.3
	7	178.9	121.8
	8	162.7	30.2
	9	154.3	80.4
	10	76.4	12.3
	11	4.7	5.5
	12	1.1	2.9
1918	1	0.0	2.5
	2	9.1	2.7
	3	60.4	7.8
	4	145.3	60.8
	5	207.1	145.4
	6	131.9	81.2
	7	457.2	534.0
	8	283.7	229.6
	9	150.8	89.6
	10	131.8	104.9
	11	67.7	22.2
	12	12.6	8.1
1919	1	76.5	32.9
	2	22.3	7.6
	3	33.6	17.4
	4	103.8	37.3
	5	85.5	53.0
	6	209.6	138.9
	7	167.1	106.1
	8	525.3	485.1
	9	70.7	41.4
	10	51.6	5.5
	11	12.5	3.8
	12	8.2	4.7
1920	1	23.6	1.6
	2	74.8	14.4
	3	34.5	10.3
	4	97.3	59.2
	5	127.2	68.6
	6	203.1	81.1
	7	340.5	230.9
	8	72.5	10.3
	9	242.9	106.9
	10	43.1	9.9
	11	17.8	0.7
	12	72.7	10.5

(iii) ⑧式 個體의 統計學的 test는 다음 ige에 미루고 于先 其의 estimate standard or를 計算하면,

$S^2_{yx} = 7.80290$ $SS = 4.42538.$

$SP_{xy} = 5.4207.$

$\therefore S_{yx} = 0.03$ $\therefore S_{yx} = 0.173$

이 값의 逆對數를 取하면 1.5 이다. 여기서 速斷해서 않될 것은 公式 (1) 의 C 의 값은 各流域에 依하여 決定된 것이니까, 筆者가 計算한 方法과는 다르다. 筆者는 다만 주어진 基本資料 (Basic data)에 依하여 水文統計學에 따라서 計算하였을 뿐이고 流域에 따르는 C 의값의 變化에는 無關心했다. 事實 筆者가 알고저 하는 것은 C 의 값을 어떠한 根據에서 R(日最大降雨量) 流域의性格 等에 依하여 定하였는가를 알고저 한다.

表 (2)

梶山氏洪水量測定基本觀測値表及筆者의 計算表

河川名	觀測 年月	流域 Xi	最大洪水量Yi	log Xi	log Yi	(logXi)²
		km²	m³/sec			
大寧江	1925	2,970	11,116	3.47275	4.04594	12.05999
清川江	〃	3,525	10.035	3.54715	4.00151	12.58227
〃	〃	5,340	12,135	3.72754	4.08396	13.89455
大同江	1903	4.419	14,000	3.64532	4.14612	13.28835
〃	1923	7,987	11,635	3.90248	4.04759	15.22935
〃	1899	12.453	24,746	4.09530	4.39750	16.77148
載寧江	1922	819	2,229	2.91228	3.34811	8.48720
〃	〃	334	1,13[illegible]	2.52374	3.05537	6.36926
〃	〃	827	3,941	2.92750	3.59560	8.51180
禮成江	〃	2,544	9,200	3.40551	3.96378	11.59749
臨津江	〃	7,836	20,100	3.89409	4.30319	15.16393
漢江	1925	23,880	37,766	4.37803	4.57713	19.16714
〃	〃	25,045	32,361	4.39873	4.51002	19,34882
錦江	〃	8,446	7,000	3.12665	3.84509	15.41858
榮山江	1910	2,020	7,113	3.30535	3.85241	10.92533
蟾津江	1924	4,299	7,500	3.63336	3.87506	13.20130
洛東江	1855	11,195	6.400	4.04898	3.85618	16.39423
〃	〃	1,4127	16,200	4.14998	4.23951	17.22233
〃	1885	20,403	20,372	4.30969	3.30899	18.57342
〃	〃	22,916	17,381	4.36013	4.25481	19.01073
〃	1920	2,298	6,370	4.36135	3.79934	11.29867
〃	1919	682	1,750	2.83378	3.24303	8.03030
〃	〃	251	7,901	2.39967	2.89762	5.75841
〃	1924	1,918	4.278	3.28284	3.63124	10.77703

流出公式은 勿論이거니와 洪水公式도 降雨의 密度 流域의 性格에 支配되는 것이니까, 梶山氏가 流域의 性格을 如何히하여서 이러한 係數를 냈는지 其의 根據를 筆者는 모르는 바이다. 그러나 다만 筆者가 計算한 ⑧과 ①은 比較할 수

는 없지만 梶山氏가 提示한 洪水의 流量公式의 基本形式自體의 吟味에 있고 ⑧의 有用性을 檢定하여 보려 한다.

既說한바와 같이 洪水量은 面積의 크기에 指數函數(一次指數函數)로 表示할 수 있는 것으로 믿어지고 美國의 Meyer 氏의 公式, 그리고 H. L. Cook 氏 等의 公式과 表(Enginering for agric drainage 9. 107 109 參照)等에 비춰봐도 大略 ⑧ 또는 ① 과 같은 $Q=CA^{a+b\log A}$ 의 型體의 指數方程式으로 其의 實驗式을 가질 수 있는 것이라고 볼 수 있으나 筆者는 ⑧을 一次指數函數 다시 말하면 其의 變更한 ④가 될수 있다. 即 ④가 2次式으로 認定할 수 있을 程度로 ⑧의 a 及 b의 값이 有意하다는 것을 Test 하려는 것이다.

(a) $Q=Y$, $A=X$로 置換하였을 때

$r_{xy}=0.92$ 然而나 $R_{y\cdot x^2}=0.98$

即, 이 말은 Partial Correction R는 Correction r 보다 크니까 x^2의 項이 삽입되었을 때 더 한층 關係가 깊다는 것을 意味하여 준다.

(b) Partial Correction R는 다음과 같은 正規方程式을 만들어서 푼다.

$$\left.\begin{array}{l} b'_{yx\cdot x^2}+\gamma_{x\cdot x^2}+b'_{yx^2}=\gamma_{yx} \\ \gamma_{x\cdot x^2}b'_{yx\cdot x^2}+b'_{yx^2 x}=\gamma_{y\cdot x^2} \end{array}\right\}\cdots\cdots ⑨$$

⑨ 여기 $\left.\begin{array}{l} b'_{yx\cdot x}=\dfrac{\gamma_{yx}-\gamma_{y,x^2}\gamma_{x\cdot x^2}}{1-\gamma^2_{x\cdot x^2}} \\ b'_{yx^2 x}=\dfrac{\gamma_{y\cdot x^2}-\gamma_{yx}\gamma_{x\cdot x^2}}{1-\gamma^2_{x\cdot x^2}} \end{array}\right\}\cdots\cdots ⑩$

여서서 $R^2=\gamma_{y\cdot x}b'_{yx\cdot x^2}+\gamma_{y\cdot x^2}b'_{yx^2 x}$ ……⑪

⑩의 값을 各各 ⑪에 對入하여

$R=0.98$ 이 된다.

(c) ④의 Curve linniarity의 test.

이것을 하기위하여 所要되는 各統計量은 다음과 같다.

$SS_x=7.80290$ $SS_y=4.42538$

$SS_{x^2}=379.92419$ $SP_{xy}=5.4207$

$SP_{x^2y}=37.1066$

⑨⑩⑪을 求하기 爲한 各各의 數値는

$$\gamma_{xy}=\frac{SP_{xy}}{\sqrt{SS_xSS_y}}=0.92$$

$$\gamma_{x\cdot x^2}=\frac{SP_{x\cdot x^2}}{\sqrt{SS_xSS_{x^2}}}=0.98$$

$$\gamma_{y\cdot x^2}=\frac{SP_{x^2y}}{\sqrt{SS_{x^2}SS_y}}=0.90$$

參考로

$$SS_x=\Sigma(x-\bar{X})^2=\Sigma X^2-\frac{(\Sigma X)^2}{N}$$

$$SS_y=\Sigma(Y-\bar{Y})^2=\Sigma Y^2-\frac{(\Sigma Y)^2}{N}$$

$$SP_{xy}=\Sigma(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})=\Sigma XY-\frac{(\Sigma X)(\Sigma X)}{N}$$

$$SP_{x^2y}=\Sigma(X^2-\bar{X}^2)(Y-\bar{Y})=\Sigma X^2Y-\frac{(\Sigma X^2)(\Sigma Y)}{N}$$

直線回歸에서의 偏差의 有意性 檢定

Source	df	SS	MS	F
deviation from lin	23	$(1-\gamma^2_{x\cdot y})SS_y=0.6598$		
deviation from curve lini	22	$(1-R^2)-SS_y=0.0044$	0.0002	$\frac{0.6554}{0.0002}=3.277$
diff	1	0.6554	0.6554	

여기서 얻어진 3277의 값은 充分한 有意性을 가리키며 即,

假設, Ho=linniarly Vsinolinnialy

故로 ④式은 二次方程式이라는 것을 말하여 주며, 따라서 A, B, C의 各各의 係數는 有意性을 갖는다.

結論的으로, 流量(洪水)은 面積에 對한 一次指數方程式으로써 表示할 수 있다. 그리고 이들 指數 各各의 c, a, b의 값들은 充分히 有意性을 가지는 數値들이다.

III 結 論

(1) 주어진 流域에서의 Peak runoff의 公式은 大面積의 경우에는 一次指數方程式의 型態를 가질 수 있으며 即, 그것이 全對數方眼紙(log. log paper)에 投影하였을 때 二次拋物線으로 될것이다. 이러한 事實은 또 美國書籍에서도 많이 볼 수 있는 것이지만 小面積의 경우에는 全然 다르다.

(2) Peak runoff(最大洪水量)은 降水의 量이 重要한 因子이겠지만 그것보다 더 한층 重要한 것은 單位時間에 내리는 降雨의 强度이다.

梶山氏의 R의 값은 日最大雨量을 使用하고 있다. 元來 洪水에 對한 問題는 緊急한 問題이며 其에 對한 處事는 緊急히 해야 할 것이고 日降雨量은 24時間 降雨量 보다 洪水에 對해서는 완만한 處理며 또 그것보다 最大時雨量에 對

또는 60分 最大時雨量에 對한 것 等으로 해야 할 경우가 많을 것이며 이것이 科學的일 것이다.

勿論 前述한바와 같이 大河川의 경우, 其의集水區域은 廣大할 것이니까 日最大雨量을 使用하여도 괜찮을 때가 있을 것이다. 其理由는 最大洪水量 到着時間과 降雨繼續時間과의 關係에 依하여 決定될 問題이니까 河川(여기서의 河川의 定義는 perennial을 意味한다)의 경우는 여기에 해당한다. 然而나 農業用貯水池의 경우 其의 餘水吐設計用으로는 如上 論한바와 같이 日最大降雨量으로서는 위험하다. 적어도 最大時雨量으로 使用해야 할 것이다.

(3) 使用한 觀測値가 極히 不確實하다. 우리나라에서 百年前에 이러한 觀測値를 得할 수 있을 程度로 훌륭한 장치가 있었다는 것은 생각할 수 없으며 萬若 觀測地의 洪水位를 古老의 말에 依하여 알았다고 하여도 河川斷面과 流速은 推測에 지나지 않을 것이며 이러한 것으로 使用하여서 實驗公式을 만든다는 것은 科學的이 아니다. 다시 말하면 統計處理에서 가장 重要한 것은 첫째로 觀測인데 觀測値에 信用을 할 수 없는 이러한 統計處理에 其의 結果에 信用을 줄 수 있을 것인가.

(4) 洪水公式에 對한 結論

筆者의 計算한 ⑧式은 其의 形成에 있어서 하나의 洪水量公式 卽 ①을 證明했다. 然而나 如上 述한바와 같이 流域의 크기와 其의 性格 그리고 降雨의 密度가 이 公式에 加味하였을 때 完全한 것이며, 비록 統計的으로 誘導한 數式이라도 恒常 有用한 것은 아니다. 誤解를 하지 말 것은 ①⑧의 有用性에 對한 批判은 않하였다. 다만 其의 數式型態에 關해서만의 證明하였을뿐이다.

III) 結　　論

우리 나라의 農業水利用의 理論的數式에 對한 批判을 해보려한 것이 이 小論이다. 筆者가 論하고저 하는 것은 現存의 Hydrological formula는 첫째 大流域에 對하여 實驗한 것이며, 둘째 小地域에 한 것에 對하여서는 利用價値가 없다는 數學的證明이고 셋째로는 이러한 公式들이 觀測値에서의 最少自乘法에 依한 誘導式이 였는데 誘導한 公式은 恒常 利用價値가 있다고는 믿을 수 없는 것이며 流域의 狀態, 降雨의 强度 流域의 크기 等等은 이러한 種類의 公式을 만드는데 基本要素이다. 外國에서는 이러한 基本要素를 徹底히 調査하여서 實用公式을 만들어져 있다. 그리고 또 이러한 基本要素의 調査方法은 最近에 發達한 科學이다.

參考文獻

A. 水文學部分

1. Hydrology; Wisler and Brater[chapII]
2. Engineeriing for Agric drainage; Roe and Ayres[chap4]
3. Soil erosion and its control; Ayres [ChapIV]
4. Hydrology handbook; ASCE. No 28. [Chap1]
5. The Flood Control Controversy; Loopeld [chap4]
6. Land drainage and reclemation; Ayress and Scoatro[Chap12]

B. 統計學部分

1. Statistical Method Applied to Experiaments in Agric, and Bialogy, Snedecor [Chap14].
2. Intorduction to Stutistical analysise; Dixon and Massey[Chap11]
3. Statistic in research; Ostle[Chap6]

C. 資料部分

1. 工事之友(第一輯)
2. 朝鮮河川調査書
3. 土木會誌(第七卷下)

(筆者, 서울大學校 農科大學 副敎授)