

<論文>

河口堰 設置에 따른 河川流砂量 變化에 關한 研究

Reservoir Sedimentations of the Enclosure of Estuary Barraye in
Gumgang Basin

李 重 基
Rhee, Joong Key

SUMMARY

To study influences on the downstream, and the Gunsan harbor by setting up estuary of the Gumgang, available data which were collected from the measuring stations which were established within the river basin of which results attained are as follows:

1. The discharge can be calculated as the relationship between the discharge and precipitation in the basin is $R=4 \times 10^{-4} p^2$ or $R=P-600$
2. The discharge flow in to small resevoirs in the basin can be estimated as
$$QR = QS \frac{PR-600}{PS-600} \left(\frac{AR}{AS} \right)$$
3. This daily average discharge at Kongju is 31% less than the during maximum probable discharge and that in Okcheon is 48% less than the daily maximum probable flood.
4. The maximum probable flood from the small stream in the basin can be estimated by a
$$Q=82.45A^{0.464}$$
5. Sediments can be computed with Q_s (suspended load) $=1.41 Q^{1.42}$ and Q_b (bed load) $=165.2 Q^{0.705}$.
6. By setting up the specific estuary the tidal movement will be reduced to 93.6% on the average and the sedimentation is reduced to 96.0%.

Upon review of overall analysis, the dead wate level of estuary of Gumgang will completely sedimented in next 30 years, therefore, the dredging work at Gunsan harbor is reduced to 73.6%, it is considered that life length will be extended about 52years taking account the existing condition.

1. 緒 言

韓國의 河川은 山林의 황폐와 무절제한 山地開墾等으로 浸蝕된 表土의 土粒子가 流下 運搬되어, 河床에 堆積, 天井川을 形成함은 물론 洪水의 범람으로 肥沃한 耕地, 家屋, 심지어는 人畜의 生命까지도 막대한 被害를 주고 있기 때문에 洪水에 의한 流砂의 運動過程과 流砂量의 추정 및 其對策을 강구함이 時急하다.

本 研究는 韓國 中部에 位置한 錦江을 中心으로 現在 計劃된 大清Dam과 錦江 河口堰이 河川 流砂運動에 미치는 영향, 즉 洪水 및 年平均最大洪水量과 流砂의 運

搬量을 추적할 수 있는 公式을 유도하기 위한 것이다.

本 研究에 適用한 諸資料는 錦江流域內에 設置된 관측소에서 얻은 資料를 근거로 分析 처리 하였으며, Delft Hydraulic laboratory에서 실시한 水理試驗에 의거 公式을 수정하였고, 本 流域에 使用할 수 있는 係數를 求해 낸 것이다.

本 流域內에 設置된 諸觀測値는 비교적 利用 可能한 長期 기록치가 있으나 中間의 결측이 많이 있으므로 이를 比流量法에 의해 수정 또는 보완하였으며, 사용한 기록치는 長期觀測値에 의해 수정된 10年(1963~1972)間的 資料로 分析 하였다.

本 研究에서 얻은 結果는 大清Dam內에 堆積되는 流

砂量은 年 781,326ton 中 96%인 750,073ton이고 下流로 流下되는 量은 전체의 4%인 31,253ton으로 무시할 정도로 小量이며, 錦江 河口堰 位置에서 年 1,010,084 ton 中 64%인 646,454ton이 堆積된다. 이 量은 河口堰 死水位를 30年間에 메울 수 있는 量이다.

II. 研究史

流砂量을 測定 調査하기 시작한 것은 17世紀에 이태리에서 始作 되었으나 合理的으로 調査가 실시된 것은 Gross & Subuoro (1808~1908)¹⁾이 Rhine江에서 처음

으로 시작했으며, Blohm(1837~1845)²⁾은 Hamburg Elbe 에서 測定하였고, Baumgarten(1838~1846)³⁾은 Garonne江에서 調査하였으며, 美國에서는 Taicott(1838)⁴⁾이 처음으로 Mississippi江 下流에서 調査하였고, 미육군성 및 농무성^{5),8),11)}에서는 美國內의 광범위한 地域에서 流砂運搬量을 調査하였고 호주 smowly mountains Hydro-electric Authority⁶⁾ (1961)는 水力發電計劃을 위하여 調査하였다.

最近에 와서 Linsley (1958)⁹⁾는 上流에서 下流로 流下되는 流砂의 60~65%는 河川에 침전되고 나머지는

표-1. 錦江, 萬頃一東津江流域의 選定된 觀測所의 年降雨量(1943~1972)

(mm)

年 度	錦 江 流 域				萬頃一東津江流域		
	清 州	大 田	秋 風 嶺	流域平均	全 州	裡 里	流域平均
1943	739	865	761	802	875	938	906
1944	913	967	828	896	1,093	1,113	1,103
1945	1,527	(1,333)	(978)	1,270	1,332	1,354	1,342
1949	1,429	1,751	1,167	1,439	1,383	1,232	1,307
1947	1,651	1,486	1,316	1,474	1,195	1,220	1,207
1948	1,225	1,850	1,660	1,567	2,068	2,003	2,035
1949	745	947	905	860	912	865	888
1950	(842)	(1,038)	(814)	892	876	971	923
1951	(891)	(768)	(785)	809	935	865	900
1952	1,201	(873)	(719)	924	1,147	827	987
1953	1,444	1,375	1,392	1,394	1,397	1,338	1,367
1954	1,202	1,170	1,264	1,203	1,326	1,295	1,310
1955	974	1,106	1,069	1,042	1,144	965	1,054
1956	1,377	1,234	1,409	1,330	1,445	1,421	1,433
1967	(1,166)	1,350	1,360	1,283	1,299	1,259	1,279
1958	1,566	1,718	1,526	1,592	1,744	1,724	1,734
1959	1,641	1,508	1,553	1,490	1,350	1,370	1,360
1960	1,049	1,033	183	981	1,153	959	1,056
1961	1,426	1,508	1,389	1,431	1,773	1,235	1,504
1962	900	1,002	993	958	1,141	1,005	1,073
1963	1,342	1,428	1,100	1,281	1,532	1,412	1,472
1964	1,875	1,468	1,364	1,558	1,594	1,549	1,572
1965	1,248	1,318	1,026	1,189	1,093	1,014	1,054
1966	1,288	1,575	1,144	1,326	1,289	1,208	1,248
1967	1,079	1,194	903	1,051	952	941	946
1968	885	1,198	822	962	917	755	836
1969	1,676	1,807	1,351	1,600	1,740	1,687	1,714
1970	1,284	1,520	1,294	1,356	1,285	1,600	1,442
1971	1,246	1,420	1,147	1,262	1,301	1,444	1,372
1972	1,311	1,380	1,385	1,349	1,361	1,567	1,454

資料：建設部 水文年報, 氣象年報

表 2. 月別降雨量—清川(1963~1972)

(mm)													
年 度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1 9 6 3	16.5	4.6	53.6	139.1	251.6	249.8	364.9	138.3	22.0	37.2	32.9	31.7	1,342.2
1 9 6 4	31.9	48.1	53.0	359.1	92.9	86.7	353.5	473.8	289.1	51.5	27.9	8.1	1,875.6
1 9 6 5	15.4	18.2	20.3	42.0	36.3	60.9	693.5	220.6	15.3	24.0	95.0	6.6	1,248.1
1 9 6 6	3.2	44.7	157.2	35.1	64.0	128.8	240.8	211.7	238.9	97.1	53.5	18.6	1,288.2
1 9 6 7	24.1	22.9	58.0	84.8	51.3	160.1	232.5	243.1	83.5	16.6	91.6	10.7	1,078.9
1 9 6 8	12.9	15.4	63.0	13.5	44.5	50.4	195.6	244.8	62.3	120.2	52.0	10.7	85.18
1 9 6 9	100.2	49.6	19.2	187.1	130.0	41.7	335.3	495.6	250.5	15.0	31.8	20.2	1,676.2
1 9 7 0	2.3	72.3	9.8	87.9	93.6	97.9	267.7	136.4	347.5	121.2	28.0	19.1	1,283.7
1 9 7 1	48.3	37.8	41.1	53.8	69.9	282.2	424.3	164.2	75.8	5.6	10.8	32.6	1,246.4
1 9 7 2	64.9	29.7	171.0	42.8	90.0	59.0	179.4	372.3	141.6	36.1	108.3	15.6	1,310.7
平 均	32.0	34.3	64.6	104.5	92.4	121.7	328.7	270.1	152.6	51.9	53.2	17.4	1,323.5
百 分 率 (%)	2.4	2.6	4.9	7.9	7.0	9.2	24.8	20.4	11.5	3.9	4.0	1.3	100.0

資料：氣象年報

表—2—1 選定된 觀測所의 頻度別 降雨強度

(單位)

水 系	觀 測 所	降雨區分	降 雨 量					
			頻 度 (年)					
			5	10	25	50	100	200
錦江	清 州	1 日	166.4	199.8	242.0	273.3	304.0	336.1
		2 日	210.9	247.1	285.2	312.9	340.7	367.0
		3 日	234.0	270.9	313.9	34.9	372.4	399.7
	大 田	1 日	153.3	192.2	24.6	290.6	337.7	388.0
		2 日	196.9	241.0	302.1	351.0	403.0	458.2
		3 日	215.3	254.9	307.5	348.4	390.8	434.8
	秋 風 嶺	1 日	146.4	170.1	197.3	216.0	233.6	250.4
		2 日	170.1	190.6	213.5	228.9	243.3	256.7
		3 日	181.8	202.5	225.8	241.6	256.4	270.3
	群 山	1 日	167.0	190.4	215.6	232.1	247.0	260.7
		2 日	213.1	247.5	287.5	315.4	342.0	367.6
		3 日	238.5	274.6	314.8	314.8	366.8	390.2
萬頃江	全 州	1 日	152.4	189.8	240.9	281.7	342.6	369.9
		2 日	201.5	250.1	317.0	370.7	427.6	487.8
		3 日	235.4	288.8	359.2	413.7	469.7	527.7

資料：錦江流域綜合開發報告書(日本工營報告書) 附錄 I, 氣象 및 水文編, 1972.

下流로 流下 된다고 發表하였고, 金⁷⁾(1961)은 表面 침식율 및 貯水池內 침전율 決定 절차에서 침식량과 流砂量에 關한 圖表 및 計算例를 보고 한바 있고, 池(1967)는 流砂材料의 채취와 流砂量의 計算法에서 시료채취와 計算法을 提示하고 掃流砂는 浮流砂의 약 10%가

된다고 하였다. 徐(1967)¹⁸⁾는 掃流砂量의 理論과 실제에서 流送土砂에 關하여 浮遊砂量 및 掃流砂量을 여러 사람의 公式를 적용하여 計算한바 그 결과치가 一致되지 않고 많은 差量이 있다고 하였으며 劉(1968)²³⁾은 流出水 및 流失土量測定 장치에 關하여 水理試驗을 실시

한 바 있고, 尹(1972)²⁰ 등은 堆砂로 인한 貯水池內容積 감소에 關한 調查 研究에서 堆砂量은 年間 큰 振幅을 나타내고 있어 流域에 따른 차이가 심하다고 하였다. 孫(1973)¹⁷은 掃流 流砂量 計算에 關한 研究에서 韓國에서는 流砂量 計算을 Einstein方法과 Arnhem type Sampler를 이용하고 있으나 明確한 結果를 얻지 못했다고 하였고, 農振公社(1974)¹⁶는 沃舒地區 水文調查 보고서에서, 錦江 下流에서 조사한 바 本流域에 平均 表土 손실량은 年間 0.15mm라 하였다. 關谷(1975)¹⁹는 限界掃流力의 理論的 高찰에서 限界掃流力을 理論的으로 유도해서 실험치와 對比하여 半실험公式을 發表하였고, 洪(1975)¹⁰은 流砂運動에 關한 研究에서 柳川 流域內에 年間 表土 손실은 0.22mm였다고 發表한 바 있으나 現在까지 其河川의 特性과 流量別로 流砂運動에 關해 研究한 結果가 없기 때문에 流砂量 추정이 어려우므로 本研究에서는 流砂量과 相關관계를 이루고 있는 降雨量과 平均流出量 및 流砂量과의 關係를 연구 하기에 이른것이다.

Ⅲ. 資料 및 分析方法

1. 降雨量 分析

本流域內에 設置된 雨量觀測所는 총 37個所中, 自記雨量 觀測所가 13個所이며 觀測値는 대부분 결측이 많아 使用 可能期間이 긴 것은 5個所로서 30年間의 기록치를 소유하고 있다.

가. 年降雨量

上述한 5個觀測所의 30年間 年降雨 記錄値는 表-1과 같으며 表中()은 年결측치를 $P_x = P_x / (P_x / P)$ 式으로 수정한 값이다.

나. 月別 및 日別 降雨強度

5個 觀測所의 日別 및 月別 降雨強度가 表-2 및 表-2의 1과 같다.

2. 水位와 流出量 分析

錦江水系에 設置된 水位觀測所는 총 30個所中, 自記水位 기록소가 9個所, 感潮區域內의 것이 10個所이고 staff gauge가 14個所이며, 流出量에 영향을 주는 本水系內의 既設貯水池는 表-3과 같다.

가. 水位觀測 記錄値

錦江 水系를 大別하면 錦江, 萬頃江, 東津江으로 나눌 수 있으며, 本 研究에서는 非感潮區域이면서 長期 기록치가 있는 공주와 송포 觀測所의 기록치만을 分析한다. 그리고 沃川 觀測所의 기록은 결측이 많아 公州와 松浦 기록치를 수정 하는데만 사용하였다.

公州와 松浦의 Rating-Curve가 圖-1-2와 같다.

表 3. 三大江流域內 既設池

貯水池名	流域面積(km ²)	有効貯水量(MCM)
錦江流域	9,986	
大清池*	4,134.0	790.0
塔亭池	218.8	31.6
동양池	15.8	4.1
추동池	7.5	1.7
東部池	28.4	12.3
문산池	9.6	1.3
西部池	30.6	8.2
정천池	11.6	2.2
안치池	1.1	0.14
주흥池	3.0	0.46
萬頃江流域	1,615	
庚川池	100.0	25.6
大雅池	30.0	20.3
東上池	90.0	11.3
東津江流域	1,155	
蟾津池	763	370

*1975~1976年度 建設計劃; 貯水量은 洪水調節量 除外, 大清 Dam은 本事業區域의 北方遠距離에 있고 蟾津池는 本地區 南方遠距離에 位置하여 있음.

나. 月平均 流出量

公州와 松浦의 月平均 流出量은 水位기록치에 의거 Rating-Curve에서 求하였으며 1963~1972年(10年間)의 月別 平均流出量이 表-4-5와 같다. 여기서 松浦의 1972年 기록치가 없기 때문에 比流量法을 適用하여 수정하였다.

다. 降雨量과 流出量

1963年~1972年 10年間의 年平均 降雨量은 30年(1943~1972) 平均値보다 약간 높다. 그리고 流出量도 10年 平均値가 약간 크다. 고로 이 30年間 平均値와 10年 平均値와의 偏差를 計算하기 위하여 年平均 降雨量과 年平均 流出量(이하 P-R Curve라함)의 關係를 그린 것이 圖-3와 같다. 이는 公州, 松浦, 沃川 龍潭의 기록치를 이용하였다.

그림-3에서의 P-R의 關係式을 유도한 것이 1式과 같다.

$$\left. \begin{aligned} R &= P - 600 & P \geq 1,200\text{mm} \\ R &= P^2 / 2,400 & P \leq 1,200\text{mm} \end{aligned} \right\} \text{---(1)}$$

그리고 Moisture Balance Equation

$$P = R + ET + F + DSM + DGW,$$

는 어떤 流域에서도 利用되는 式이므로 本流域에서도 적용하였는데, 土壤水分(DSM)과 地下 貯留量(DGW)은 극히 소량이고 滲透손실(F)은 근거가 없기 때문에

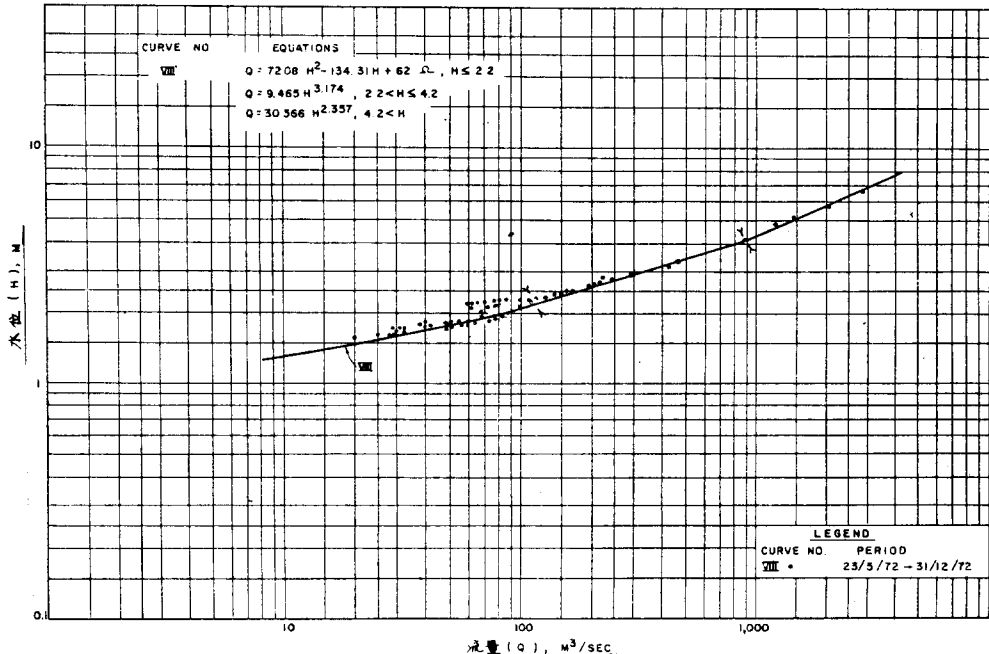


그림-1 公州 觀測所의 RATING-CURVE

표-4 月平均流出量—(公州)

單位(m³/sec)

平均	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1963	33.2	36.3	41.8	134.4	239.8	442.3	626.6	141.1	101.2	44.4	27.0	29.6	158.9
1964	28.5	75.4	71.6	513.3	141.5	56.4 (935.3)	281.4	571.1	99.6	61.3	40.6	239.6	
1965	(28.9)	29.6	30.2	(23.9)	31.3	(18.7)	961.3	153.6	75.3	48.4	97.5	43.6	130.2
1966	29.0	49.7	256.2	58.4	64.9	113.0	365.6	193.7	297.8	73.3	52.0	33.9	133.0
1967	25.5	36.9	59.9	72.3	14.9	81.7	245.6	161.8	196.3	140.6	50.5	66.2	88.0
1968	38.5	27.4	73.8	61.5	11.1	15.2	202.8	354.9	89.1	207.5	105.2	59.9	104.7
1969	55.4	209.8	78.3	330.7	342.7	46.6	438.8	869.3	490.1	125.0	71.9	79.9	262.2
1970	52.3	95.7	77.8	129.6	74.1	69.4	479.7	366.4	666.6	106.3	63.7	39.6	185.3
1971	35.0	60.3	77.5	35.6	41.7	128.8	830.8	315.6	165.4	56.8	29.8	27.8	151.8
1972	42.4	71.2	180.8	186.4	156.4	41.7	237.1	421.2	232.5	103.8	152.4	110.3	161.9
平均	36.9	69.2	94.8	154.6	111.8	101.4	532.4	325.9	288.6	90.6	71.1	53.1	161.6

註: ()內 값은 上記 方程式에 依해 補完한 값이며, 資料의 信憑性이 없거나 欠測值는 補間法에 依해서 補完한 값임.

부시하면,

$$P = R + ET \quad ET(\text{실측된 증발산량})$$

$$\therefore R = P - ET \quad (2)$$

(2)式을 (1)式에 代入하여 指數式으로 만들면

$$\left. \begin{aligned} R &= aP^b \\ \log R &= \log a + b \log P \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

여기서 $R=600$, $P=1,200$

이므로

$$a=1/2, 400 \quad b=2이다.$$

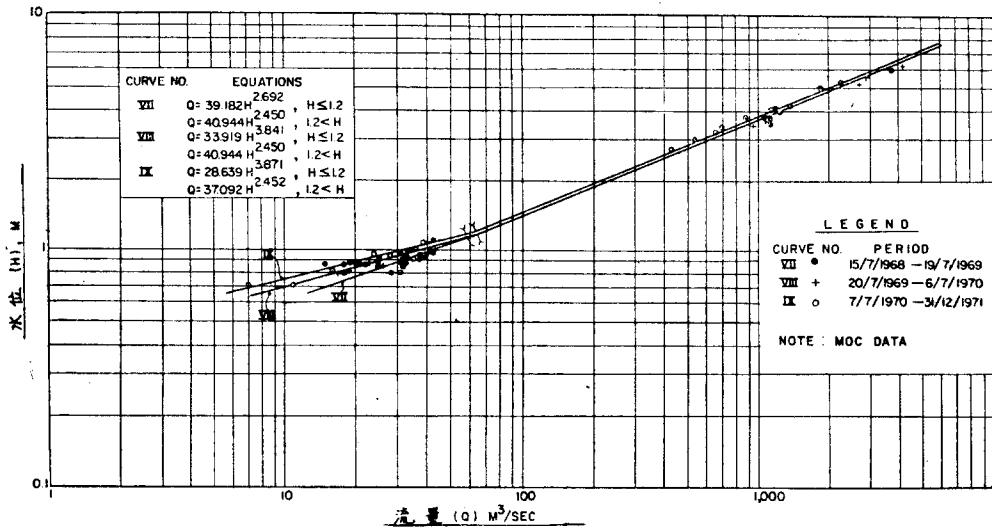
(1)式을 利用하여 長期 流出量을 分析한 結果가 표-6과 같다.

라. 流域內의 小貯水池에 流入되는 流量

本流域內既設된 小貯水池는 表-3과 같으며 10年間 松浦 流出量과 公(1)式을 적용하여 小貯水池에 流入되는 流量公式를 만들면 다음과 같다.

$$Q_{SR} = Q_S \times \left(\frac{\bar{P}_{SR} - 600}{\bar{P}_{B(t)} - 600} \right) \left(\frac{CA_{SR}}{CA_S} \right)$$

Q_{SR} : 小貯水池에, 流入되는 流量.



1 罎 - 2 松浦 観測所 の RATING-CURVE

丑-5. 月平均流出量 - (松浦)

單位(m³/sec)

年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1963	14.6	14.8	21.8	82.1	168.4	436.1	497.2	117.1	52.9	15.2(13.9)(14.8)			121.3
1964	(14.8)	62.0	65.2	357.7	91.0	24.1	477.9	38.7	340.1	25.7	19.9	12.5	127.2
1965	(11.2)	18.5	17.5	13.0	22.3	9.7	828.4	50.0	19.0	13.2	39.8	15.4	89.5
1966	13.6	23.2	203.0	26.1	42.0	48.0	271.6	85.0	99.1	40.1	33.2	21.3	76.1
1967	12.7	30.7	61.4	67.0	10.4	13.3	202.2	47.9	98.8	18.3	30.5	42.7	55.7
1968	25.8	11.9	54.6	38.7	8.8	19.9	122.6	171.8	31.0	70.5	50.4	31.6	51.9
1969	(28.4)	103.1	36.5	188.2	102.1	(36.3)	270.7	414.0	314.6	47.7(28.4)(31.6)			132.1
1970	21.7	31.6	19.2	65.3	(38.9)	90.9	(261.5)	135.8	357.3	40.4	29.9	23.2	89.1
1971	17.6	41.4	48.1	26.8	28.2	9.9	(386.2)	184.8	(77.4)	22.0	10.8	10.6	79.7
1972	17.2	30.9	120.7	101.9	110.5	73.2	154.4	193.5	90.9	21.1	69.9	44.1	80.8
平均	17.2	36.8	64.8	96.7	62.3	73.2	347.3	143.9	148.1	31.4	32.7	24.8	90.3

註: 表-4 同

丑-6. 三大江流域内 長期間流出分析結果表

(單位: mm)

年 度	錦 江 流 域			萬頃一東津江流域		
	降雨量 mm	流出量 mm	順 位	降雨量 mm	流出量 mm	順 位
1943	802	268	1	906	342	4
1944	896	335	5	1,103	507	12
1945	1,270	670	15	1,342	742	18
1946	1,439	839	24	1,307	703	16
1947	1,474	874	25	1,207	607	13
1948	1,567	967	28	2,305	1,435	30
1949	860	308	3	888	329	2
1950	892	332	4	923	355	5
1951	809	273	2	900	338	3
1952	924	356	6	987	406	7

1953	1,394	799	22	1,397	767	20
1954	1,203	603	13	1,310	710	17
1955	1,042	452	10	1,054	463	9
1956	1,330	730	19	1,433	833	22
1957	1,283	683	17	1,279	679	15
1958	1,592	992	29	1,734	1,134	29
1959	1,490	890	26	1,360	760	19
1960	981	401	9	1,056	465	10
1961	1,431	831	23	1,504	904	26
1962	958	382	7	1,073	480	11
1963	1,281	681	16	1,472	872	25
1964	1,558	958	27	1,572	972	27
1965	1,189	589	12	1,054	463	8
1966	1,326	726	18	1,248	648	14
1967	1,051	460	11	946	373	6
1968	962	386	8	836	291	1
1969	1,600	1,000	30	1,714	1,114	28
1970	1,356	756	21	1,442	842	23
1971	1,262	662	14	1,372	772	21
1972	1,349	749	20	1,464	864	24
平 均						
A. 1943-72 1,219		631		1,263	672	
B. 1963-72 1,294		697		1,312	721	
A/B 0.942		0.905		0.963	0.932	

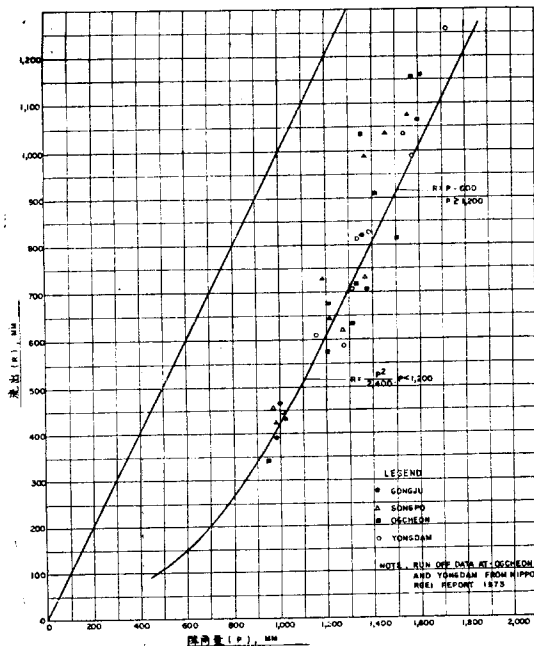


그림-3 錦江流域의 P-R CURVE

CA_{SR}; 小貯水池의 流域面積.

P_{SR}; 小貯水池의 流域 平均 降雨量

P_{BS}; 10年間 松浦流域의 平均降雨量.

Q_S; 松浦流出量.

CA_S; 松浦의 流域面積

3. 洪水량과 確率洪水量

가. 年最大 洪水량과 確率洪水量

公州와 沃川에서 年最大 洪水位와 洪水量 기록치를 Gumbel 方法을 적용하여 確率洪水量을 計算한 것이 圖-4-5와 같다.

나. 日平均 流出量과 日最大 洪水量과의 關係

公州와 沃川에서 實測한 日平均 流出量과 日最大 洪水量의 記錄值를 分析 統計 처리한바 圖-7과 같다.

圖-7에서 보는 바와 같이 公州에서는 日平均 流出量보다 日最大 洪水量이 31%가 높고 沃川에서는 48%가 높다. 故로 公州의 長期 平均 日最大 洪水量은

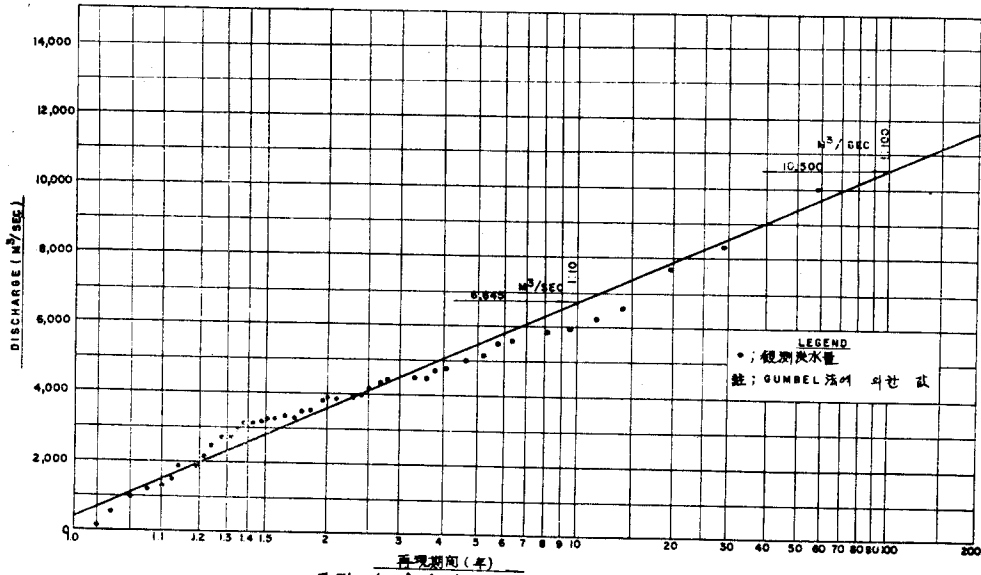
$$3,857 \times 1.31 = 5,053 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ 이고}$$

沃川은 $2,278 \times 1.48 = 3,371 \text{ m}^3/\text{sec}$ 이다.

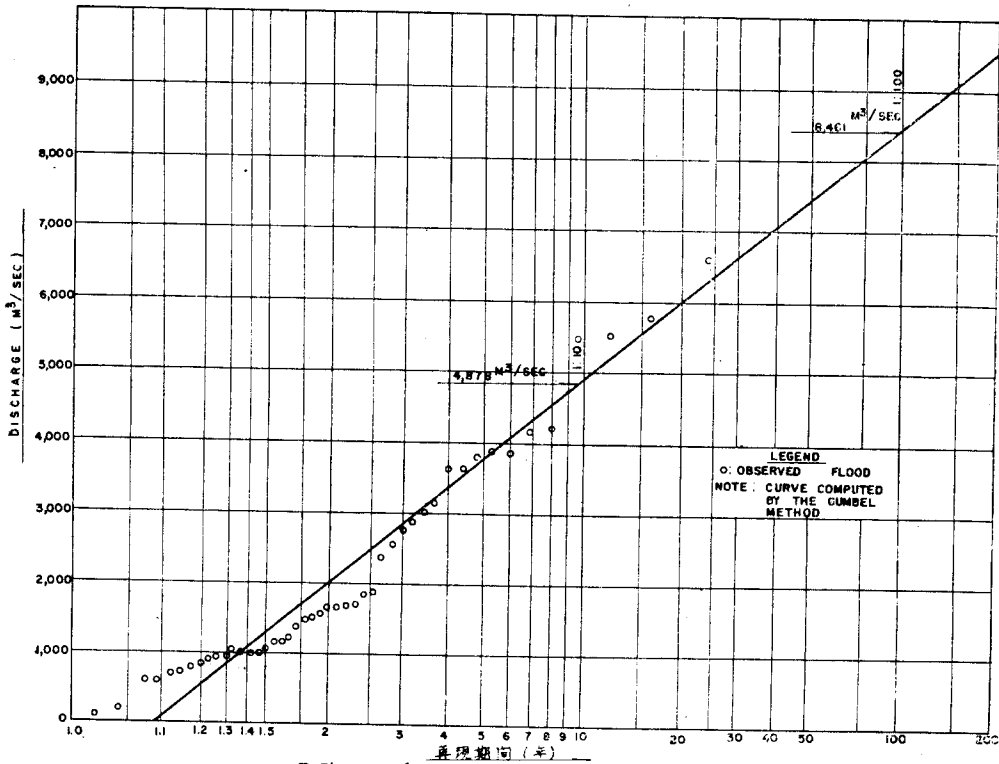
다. 錦江 河口堰의 確率 最大洪水量 추정

本 河口堰 위치(感潮區域) 및 30km 上流인 강경의 長期 기록치가 없기 때문에

公州의 $Q_s = 5,053$



1畝-4 公畝の洪水頻度曲線



1畝-5 沃川の洪水頻度曲線

表 7. 日平均 流出量對 日最大流出量 關係

日 字	Q Peak	Q 8a.m	Q p.m	Q Avg	Q Peak / Qavg	비 고
公 州						
1969						
8. 8	6,600	6,500	4,000	5,250	1.26	
1970						
7. 6	1,000	1,000	750	875	1.14	
7. 18	3,400	3,350	3,150	3,250	1.05	
8. 8	3,800	3,600	1,900	2,750	1.38	
9. 11	3,400	2,600	1,350	1,975	1.72	
					1.31	

CA₂=7,126

沃川의 Q₀=3,371

表-8. 浮遊物粒徑分析表

地 域	日 字	Q m ³ /sec	C ppm	粒 徑 別 百 分 率 %								
				0.125 m/m	0.0625 m/m	0.0442 m/m	0.0312 m/m	0.0221 m/m	0.0156 m/m	0.0110 m/m	0.0078 m/m	
公 州	1973											
	6.11	28	28	100.0	93.0	84.8	80.2	78.0	76.0	56.0	46.5	
	5.21	76	21,526	100.0	2.2	1.0						
	6.12	16	82	100.0	97.4	95.1	93.0	88.0	50.0	43.5	36.8	
	5.22	79	4,530	100.0	10.0							
窺 岩	6.12	21	3,293	100.0	4.5	4.0	3.9	3.5	3.0			
	6.3	107	11,108	100.0	1.0							
公 州	1974											
	6.1	128	56	100.0	97.0	94.2	93.8	91.3	85.2	75.0	53.0	
	6.9	64	36	100.0	97.8	95.2	94.3	91.5	91.0	75.0	49.0	
	6.10	61	38	100.0	97.8	95.0	90.5	86.0	85.5	78.5	73.0	
	6.11	65	23	100.0	94.2	88.0	83.2	76.5	73.0	64.2	48.5	

註: Q=試料採取時流量

C=浮遊物濃度

資料: ADC

4. 沈澱量

沈澱物(Sediment)은 bed load(掃流砂)와 Suspended load(浮遊砂) 및 wash load로 나누나 一般의으로 wash load는 무시하므로 여기서는 bed load와 suspended load만을 취급한다.

가. Suspended load

Suspended load의 試料는 錦江水系 6個 地點에서 實測한 建設部 資料를 引用 分析하였다. Suspended load의 粒徑分布는 0.0625~0.125mm에 屬하며 이 粒子보다 큰 것은 浮遊物內의 掃流砂에 屬한다.

이 粒度를 析한것이 表-8과 같다.

그리고 6個 地點에서 實測한 資料를 使用하여 浮遊砂量 曲線(Suspended load Rating curve)를 그린것이

CA₀=2,943

을 (1)式의 指數式에 代入하면 (4)式이 된다.

$$\begin{aligned} 5,053 &= a(7,126)^b \\ 3,371 &= a(2,943)^b \end{aligned} \quad \text{---(4)}$$

式(4)를 연립 방정式으로 풀면

$$a=82.45$$

$$b=0.464$$

를 얻는다. 고로 河口堰 位置에서 確率最大洪水量 式(5)를 유도할 수 있다.

$$Q=82.45(CA)^{0.464} \text{---(5)}$$

(5)式로서 計算한 河口堰 位置(강경과 同一하다고 가정) 洪水量은 5,870m³/sec이다.

그림-6과 같다.

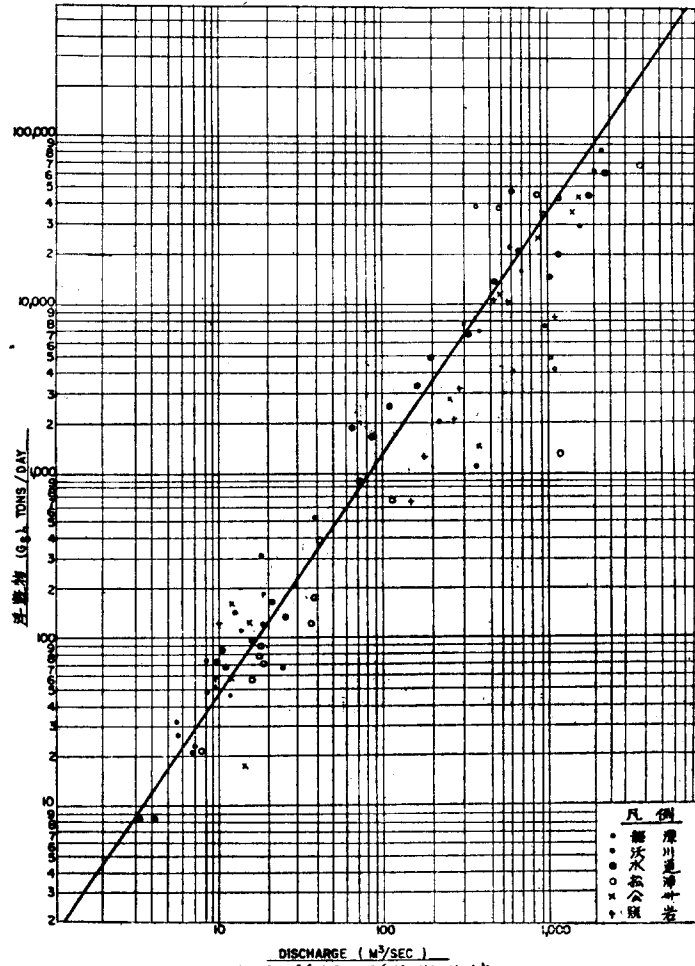
이 圖表는 全對數紙에서 다음 公式를 얻을 수 있다. 即 S_s=1.74 Q^{1.43}(ton/day)=1.41Q^{1.43}m³/day---(6).

이 式(6)은 日平均流量과 浮遊砂量과의 關係式을 表示하는 것으로 本 錦江流域에서 사용 가능한 것이다. 本 流域 長期降雨量과 流出量의 分析結果에서(表-6참조) 수정계수가 0.905=0.9이므로 이를 本浮遊砂量 修正係數를 計算하는데 적용하면 (0.90)^{1.43}=0.86---(7)

그러므로 10年 平均 浮遊砂量은 表-9와 같다.

(a) 大清 Dam 內의 堆積率 96% ⁸⁾

大清 Dam에서 流量 781,326×0.04=31,253 ton/y



11-6 淸江의 浮遊物曲線

표-9. 松浦와 公州의 平均浮遊砂量

관	측	소	유역면적 km²	年平均流入量 ton/y	단위 km²당 (ton/km²/y) 유입량	비	고
松		浦	3,882	832,271	214		
公		州	7,126	1,605,301	22.5		
平		均			220		
修	正	值			189	220 × 0.86	
大	淸	Dam 位置	4,134		781,326		
河	口	堰 (a) 位置	5,179		646,454	(509,000m³/y)	

大淸 Dam 下流 SL 5,179 × 189 = 978,831ton/y
 소 계 1,010,084ton/y

河口堰內에 64%가 堆積되면

1,010,084 × 0.64 = 646,454ton/y

나. 掃流砂量(Bed-load)

Bed-load는 실제 測定하기란 不可能하다. 故로 신뢰

성이 있는 物質을 적합한 公式에 적용하여 計算하여야 한다.

本 流域에서 實測한 記錄值가 있는 觀測所는 公州뿐 이어서 이곳에서 實測한 河床物質 粒度分析 資料와 諸 水理學的 資料를 적용하여 分析하였다.

여기서 적용한 Engelund-Hansen¹³⁾式은 다음과 같다.

表10. 水位對 水理學的 變數(公州)

水位 m (1)	流量 Q (2)	水理斷面 A (3)	平均流速 V (4)	水面幅 W (5)	徑深 $R = \frac{A}{W}$ (6)	K (7)	動水勾配線 $S \times 10^4$ (8)	Manning 粒度係數 $n \times 10^2$ (9)
2.0	82	176	0.47	213	0.83	0.53	3.0	3.27
3.0	370	469	0.79	378	1.24	0.68	2.9	2.52
4.0	996	907	1.10	394	2.30	0.63	2.0	2.41
5.0	1,546	1,337	1.16	465	2.85	0.57	1.65	2.35
6.0	2,214	1,836	1.21	532	3.45	0.53	1.5	2.46
7.0	3,000	2,400	1.25	596	4.03	0.49	1.3	2.46
8.0	3,904	3,027	1.29	658	4.60	0.46	1.2	2.46

- 註: (2)水位對 流量曲線(圖表 1)로 求한 流量
 (3) 圖表 8에서 求한 水理斷面積
 (5) 水位別 水理斷面積에서 計算한 水面積 ($W = \frac{dA}{dH}$)
 (7) $K = \frac{V}{R^{\frac{2}{3}}}$
 (8) Chow方法으로 求한 動水勾配線
 (9) Manning公式 및 Chow式에 適用되는 粒度係數

$$qt/D50^3(g\Delta)^{\frac{1}{2}} = 0.084 \left(\frac{R.S}{\Delta D50} \right)^{\frac{5}{2}} (c^2/g) \text{--- (8)}$$

그리고 公州觀測所의 河床物質 粒度分析한 것이 그림-7과 같다.

그림-7와 公式(8) 및 Chezy의 平均流速 公式을 이용하면

$$Qt = 3,283 \times 10^6 \left(\frac{V^5}{C^3} \right) W m^3/day \text{--- (9)}$$

여기서 V; 평균유속

$$C; \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \text{(Chezy의 조도계수)}$$

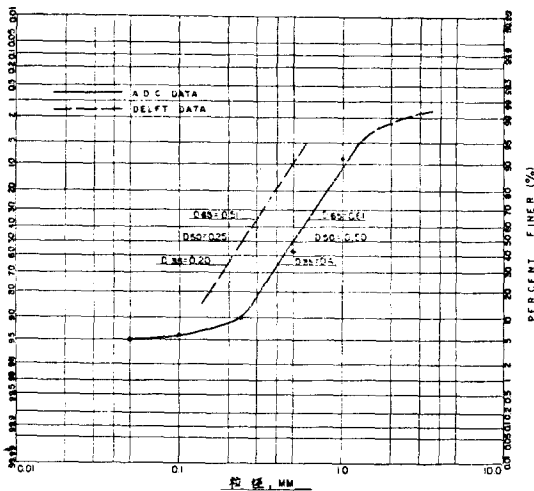


그림-7 掃流砂의 粒度曲線

潮位進行이 C에 미치는 영향을 Delft Hydraulic laboratory에서 시험한 結果치에서 Nikuradse계수 $Kn = 0.03m$ 를 取하면

$$C = 18 \log 12h/kn = 18 \log 12R/0.03 \text{--- (10)}$$

(10)식을 (9)式에 代入하여 Q_T 를 水深 h의 함수로 만들수 있다.

그리고 動水半徑(R)은 水面幅(W)에 의해 求할수 있으며 이로서 各 水位別 水理學的 變數(特性)를 그린 것이 표-10과 같고 그림-8 그림8-1과 같다.

그림-8에서 變數를 求하여 式(9)(10)에 代入하고 水位別 Bed-load를 計算할 Bed-load Rating curve를 만들수 있으며 이것이 그림-9와 같고 Engelund-Hansen式에 의한 水位別 Bed load計算 표가 표-11과 같다.

表-11. Engelund-Hansen式에 依한 掃流砂量

水位 (H), m	流量 (Q), m^3/sec	平均流速 (V), m/sec	Chezy粒 度係數 (C)	水面幅 (W), m	日掃流砂 量(QT), m^3/day
2.0	82	0.47	29.6	213	618
3.0	370	0.79	41.5	378	5,340
4.0	996	1.10	46.3	394	21,402
5.0	1,546	1.16	74.6	465	29,730
6.0	2,214	1.20	49.2	532	36,491
7.0	3,000	1.25	50.6	496	49,366
8.0	3,904	1.29	51.6	658	56,169

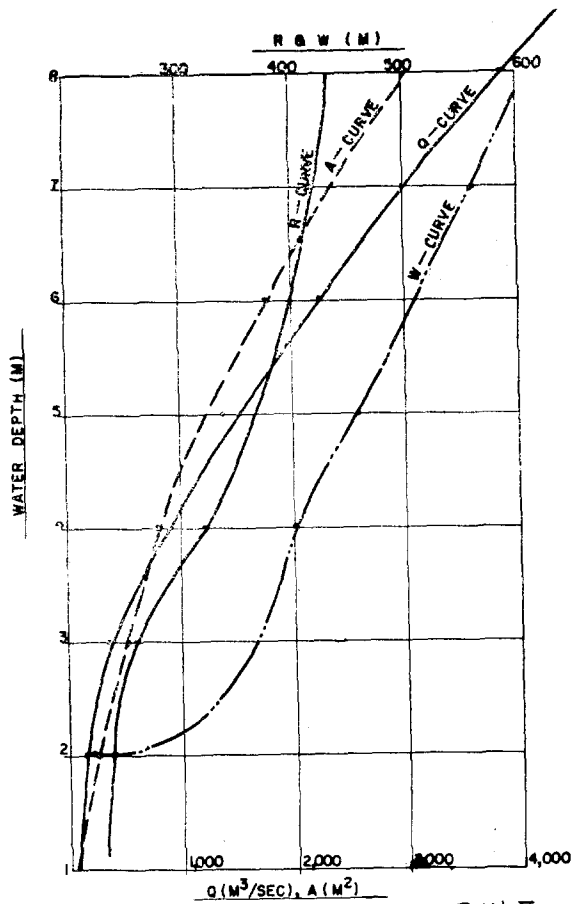


그림-8 H에 대한 Q, A, R, W 표

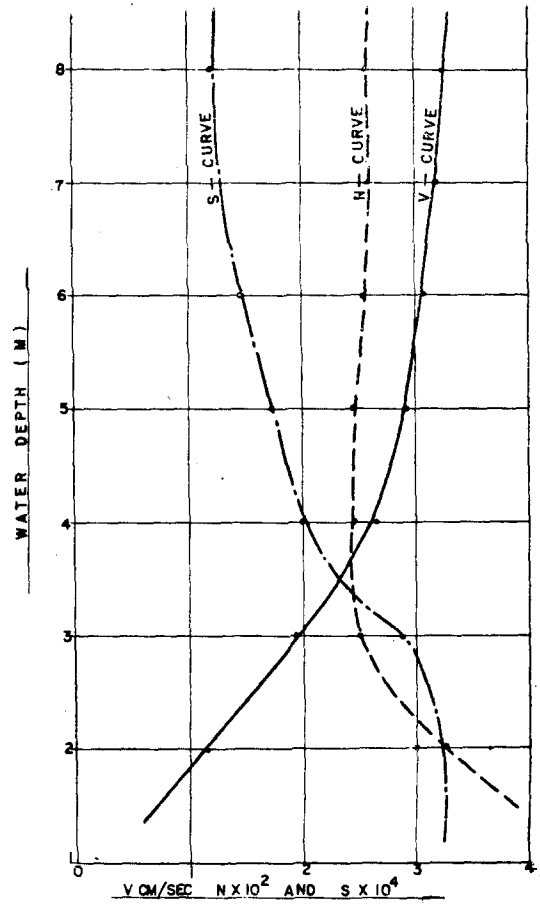


그림 8-1 H에 대한 V, N, S 표

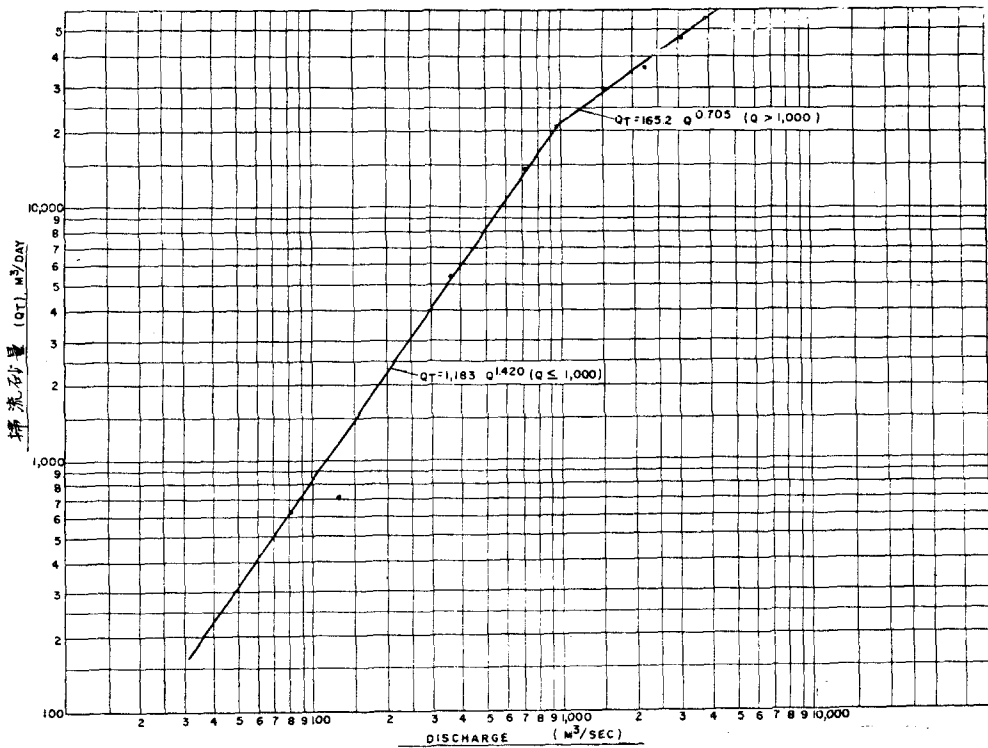


그림-9 掃流砂量曲線

IV. 結果 및 考察

本研究에서는 錦江水系內에 設置된 觀測 資料와 이 資料를 水理 水文學的 理論에 맞추어 分析 處理하였고 Delft Hydraulic laboratory에서 수정하여 다음과 같은 공식을 유도하였다.

1. 유도된 공식

가. 月平均 降雨量과 流出量

$$R = 4 \times 10^{-4} P^2$$

$$R = P - 600$$

나. 小貯水池內 流入되는 流量

$$Q_R = Q_S \times \left(\frac{P_R - 600}{P_S - 600} \right) (AR/AS)$$

표-12. Q_T 와 H와의 관계

H	V m/sec	A m ²	Q m ³ /sec	Q _r m ³ /day	비 고
0.0	0	0			
2.0	0.47	176	82.72	1,403.91	1,000m ³ 미만인 경우
3.0	07.9	469	370.51	11,902.98	$Q_T = 1.41Q^{1.43} +$
4.0	1.10	907	997.70	48,859.14	1,183Q ^{1.42}
5.0	1.16	1,337	1,550.92	80,828.70	1,000m ³ 이상일 경우
6.0	1.21	1,836	2,221.56	123,879.43	$Q_T = 1.41Q^{1.43} +$
7.0	1.25	2,400	3,000.00	178,988.94	165.2Q ^{0.705}
8.0	1.29	3,027	3,904.83	246,091.34	
9.0	1.64	3,100	5,070.00	347,757.73	
10.0	1.84	3,160	5,800.00	413,905.48	

다. 日最大 洪水量

$$Q_{max} = 1.31 Q_{min} \dots \dots \dots \text{公州}$$

$$Q_{max} = 1.48 Q_{min} \dots \dots \dots \text{沃川}$$

라. 河口堰 또는 本流域에서의 最大洪水量

$$Q_{max} = 82.45 A^{0.464}$$

마. 沈澱量

$$S_s = 1,738 Q^{1.43} \times \frac{1}{1.23} \times 0.86 (\text{m}^3/\text{day})$$

$$B_r = 3,283 \times 10^6 \left(\frac{V^5}{C^3} \right) W$$

2. 流出量과 流砂量과의 關係

總流砂量 Q_T 는 浮遊砂量 Q_f 와 掃流砂量 Q_b 의 合計이다.

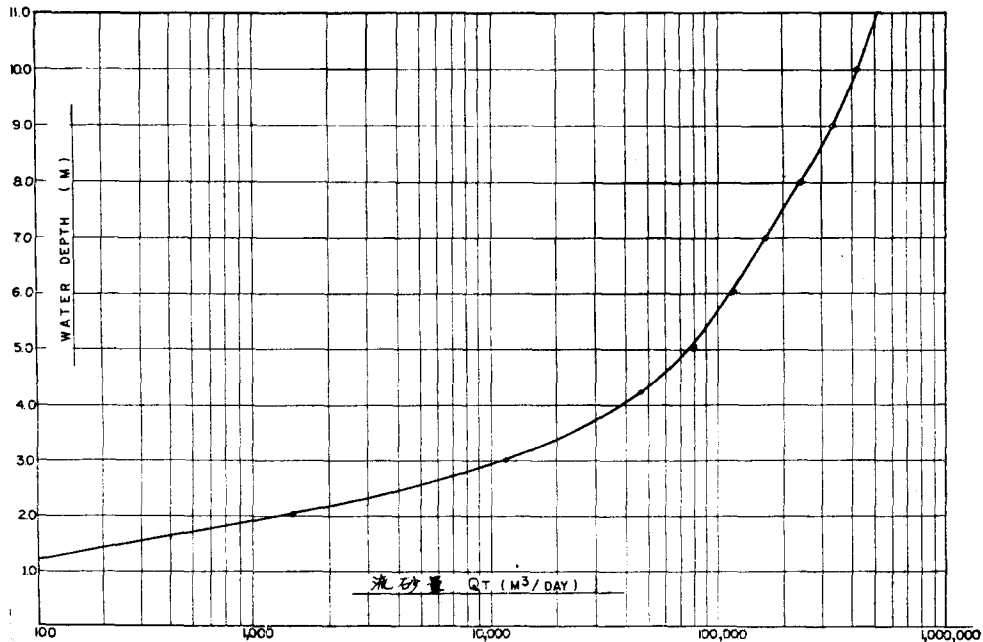


그림-10 總流砂量 RATING CURVE

그러므로 (6)식과 그림 (9)에서

$$\left. \begin{aligned} Q_T &= 1.41Q^{1.43} + 1.18Q^{1.42} \\ \text{또는 } &= 1.41Q^{1.43} + 165.2Q^{0.705} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11)$$

식(11)은 流量的 함수이므로 이를 水位의 함수로 바꿀수 있다. 그러므로 水位를 變數로하여 計算한 것이 표-12와 같고 이로서 수위별 Rating curve를 만든것이 그림-10과 같다.

그림-10은 各觀測所에서 기록된 수위에의거 日平均 月平均 또는 年間 總流砂量을 計算할 수 있다.

本流域에서 河口堰으로 流下된 總流砂量 $Q_T=509,000+485,000=994,000\text{m}^3/\text{年}$ 이며 이는 總掃流砂量 971,058 $\text{m}^3/\text{年}$ 을 Einstein의 보정계수를 곱한 것이다. 이결과 表土의 손실은 年間 0.23mm이며 이는 아산만 유역에서 0.22mm/年¹²⁾과 잘 일치하고 있다.

3. 河口堰이 河口形態에 미치는 영향

現狀態에서 上流로부터 流下하는 沈澱物量은 2항에서 求할 수 있지만 河口堰이 設置된 以後의 群山항(河口)과 長山島에 퇴적되는 沈澱物의 變化를 求하기란 극히 어렵다. 더구나 10m의 潮差기 있는 이곳은 더욱이 潮位의 영향도 고려하여야 되므로 더욱 어려우므로 本研究에서는 다음 理論式을 EDPS처리하였고 Delpt Hydraulic laboratory에서 시험한 결과 다음과 같은 結果를 얻었다.

여기서 流出入되는 潮夕量은 錦江에서 流下되는 流量에 의해 增減되며 이에 따라 流速과 沈澱量도 變化되므로 편의상 다음 표-13 표-14와 같이 6個潮에 對해서만 計算하였다.

表-13. 長山島와 群山의 潮流量 變化

(潮流量 10.6 m^3/day)

潮汐河川流量	潮	流	長 山 島			群 山		
			現 在	河 口 堰	減 少 率	現 在	河 口 堰	減 少 率
中	潮	漲	255	215	16%	105	35	67%
		落	340	280	18	190	105	45
大	潮	漲	340	285	16	145	45	69
		落	430	355	18	230	125	46
小	潮	漲	175	150	14	70	25	64
		落	250	210	16	150	85	43
中	潮	漲	275	240	13	130	50	62
		落	305	255	16	160	65	59
"	潮	漲	235	195	17	75	15	80
		落	380	310	18	220	160	27
"	潮	漲	190	150	21	15	0	100
		落	460	370	02	285	275	4

表-14. 長山島와 群山의 流砂量變化

(流砂量 m^3/day)

潮汐河川流量	潮	流	長 山 島			群 山		
			現 在	河 口 堰	減 少 率	現 在	河 口 堰	減 少 率
中	潮	漲	2,900	2,490	14%	910	40	96%
		落	5,770	1,940	66	3,460	150	96
大	潮	漲	9,510	9,260	3	3,220	220	93
		落	16,660	5,430	67	8,290	320	96
小	潮	漲	480	250	48	160	0	100
		落	1,710	520	70	1,400	60	96
中	潮	漲	3,540	3,190	10	1,590	140	91
		落	4,850	1,480	69	2,430	40	98
中	潮	漲	2,060	1,710	17	260	0	100
		落	6,270	2,690	57	4,640	590	87
中	潮	漲	800	650	19	0	0	
		落	8,630	5,000	42	10,480	4,090	61

VI. 摘 要

錦江 河口堰을 設置하브르서 本流域上下流와 郡山河口에 미치는 영향을 研究하기 위하여 本水係內에 설치된 觀測所로부터 使用 가능한 資料를 수집 分析한 결과 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 本流域內의 流出量과 강우량의 관계는 $R=4 \times 10^{-4} P^2$ 또는 $R=P-600$ 으로 流出量을 計算할 수 있다.

2. 本流域內 小貯水池內로 流入되는 流量은 $Q_R=Q_S \times \left(\frac{P_R-600}{P_S-600} \right) (A_R/A_S)$ 로 추정할 수 있다.

3. 日平均 流量은 日最大洪水量보다 公州에서 31% 沃川에서 48%가 작다.

4. 本流域內 小流域別 또는 水係別 最大 洪水量은 $Q=82.45A^{0.464}$ 식으로 추정할 수 있다.

5. 沈澱量은 Q_S (浮遊砂) $=1,410Q^{1.43}$, Q_b (掃流砂) $=1,183Q^{1.42}$ 또는 $165.2Q^{0.705}$ 로서 計算할 수 있다.

6. 河口堰을 設置하브르서 河口(郡山)에 미치는 영향은 潮流量出入이 平均 56% 감소되고 沈澱物 퇴적은 73.6%가 감소된다.

이상 종합적인 결과로 볼때 錦江河口堰의 死水位는 30年後이면 完全퇴적될 것이고 郡山河口의 준설사업은 73.6%가 감소되므로 現상태로 볼때 52년의 수명이 연장되리라 본다.

參 考 文 獻

- 1) Miller, Carl R., "Analysis of Flow-Duration, Sediment-Rating Curve Method of Computing Yield." U.S. Bureau of Reclamation, 1951.
- 2) Inter-Agency Committee on Water Resources, "Determination of Fluvial Sediment Discharge." Report No. 14, Prepared by Project Offices of Cooperation Agencies at St. Anthony Falls Hydraulics Laboratory, Minneapolis, Minn., 1963.
- 3) Broland, W.M. and Miller Carl R. "Distribution of Sediment in Large Reservoirs" A.S.C.E. Transactions No.3019, 1960.
- 4) Delft Technical University Text book "Sediment Transportation" 1965~1966.
- 5) U.S. Bureau of Reclamation "Design of Small Dams p.767~796." U.S. Government Printing Office 1973.
- 6) Linsley, R.K. "Brune Curves Hydrology for Engineers p.289." McGraw Hill Book Company
- 7) "New Method for Size Analysis of Suspended Sediment Sample Report No. 7, Pal" U.S. Engineers

- District Suboffice Hydraulic Lab. University of Iowa U.S.A. 1943.
- 8) Rates of Sediment Production Midwestern U.S. Soil Conservation Service, (S.C.S.) 7965, U.S.D.A. S.C.S 1948.
- 9) S.K. Stephens "Sediment Sampling in the Snowy Mountains Area" Snow Mts. Hydro-electric, Authority Cooma North N.S.W. Australia 1961.
- 10) Journal of the Hydraulic Division Paper 1531 "Sediment Transport in Money Creek" 1958
- 11) "Sediment Design Criteria for the Missou Basin Loess Hills" Dept of Agriculture, Soil Conservation Service U.S. 1950.
- 12) The Silting of Lake Calhoun Report of Investigation No.15 State Water Survey Division Urbana Illinois USA 1952.
- 13) A.D.C.-THPL Report I. "Delft Hydraulic Laboratory Report I." II p22. Delft University Netherl ands.
- 14) 金東萬 : 表面浸蝕率 및 貯水池 沈澱率 決定節次 p.18~27. 農工學會誌 4 권 1號 1961
- 15) 土聯 "流砂量 調査와 其設計" "土聯 技術覺書" 第59號 1967.
- 16) 農振公社 "沃舒地區 水文調査 報告書" 부록 p.27~39. 1974.
- 17) 손동주 : "掃流 流砂量計算에 關한 研究 1973"
- 18) 徐承德 : "掃流(河床) 土砂量計算의 理論과 實際" 農工學會誌 9卷 2號 p.37~44 1967.
- 19) 關谷光博 限界掃流力の 理論的 考察 日本 論文集 59卷 p.36~1, 1975.
- 20) 掃流砂에 關する 理論的 考察 日本 論文集 57卷 p.14~20, 1975.
- 21) 技術覺書 : 4號 및 36號 土聯農業土木研究所
- 22) 安 藝皎一 : "流量測定法" 日本森北出版社
- 23) 劉 漢烈, 鄭 夏雨 : "流出水 및 水理試驗" 農土會誌 10卷 1號 p.17~27 1968.
- 24) 尹 在漢, 韓 相昱 : 堆砂로 因한 貯水池 內容積 減少에 關한 調査研究" 農工會誌 14卷 3號 p.65~72, 1972.
- 25) 建設部 水文調査 年報 1972, 1973, 1974.