

<論 文>

# 우리나라 西海岸 海灣形成의 平衡에 關한 研究

(A Study on the Equilibrium Flow Area of Tidal Inlets in the Western Coasts of Korea)

池 貞 煥\*

Jung-Whan Ji

高 在 雄\*\*

Jae-Ung Ko

## ABSTRACTS

The Purpose of this study deal with some functional relationships in tidal inlets of the Western Coast of Korean Peninsula under equilibrium conditions.

The study was carried out by using actual field data measured at 11 bay observation stations along the Western Coast. The minimum cross section versus the max. tidal prism of mean high water( $P_s$ ), the mean tidal prism of mean high water( $P_m$ ), and the mean tidal prism of mean low water tide ( $P_n$ ) are correlated. The most dominant results are attained at the  $A \sim P_s$  correlations. Furthermore it is well agreed with O'Briens results for the Pacific Coast of the United States.

The results derived are as follows.

$$A = 9.078 \times 10^{-4} P_s^{0.865}$$

$$A = 3.048 \times 10^{-3} P_m^{0.808}$$

$$A = 2.30 \times 10^{-2} P_n^{0.730}$$

By using those relationships if we know the minimum cross sectional area of the bay, we can easily estimate the tidal prism of the bay.

## 要 旨

本 研究에서는 우리나라 西海岸의 南部, 中部에 位置하고 있는 11個 海灣에서 實測한 資料를 利用하여 平衡狀態에 이르고 있는 海灣의 特性을 究明하기 위하여 平均大潮期 最大潮量( $P_s$ ), 平均大潮期 平均潮量( $P_m$ ) 및 平均小潮期 平均潮量( $P_n$ ) 등 세가지와 本 海灣入口의 最小橫斷面積과의 相關關係를 究明하였다.

海灣의 橫斷面積과 潮量간의 相關研究에서  $P_s$ 가 相關이 잘되고 있어  $P_s$ 相關式이 平衡흐름에 支配的인 要因이라는 것을 알 수 있었으며 이  $P_s$ 相關式을 美國 太平洋 沿岸에서의 式과 比較한바 비슷한 結果가 나왔다. 本 研究에서 얻어진 相關式은 다음과 같다.

$$A = 9.078 \times 10^{-4} P_s^{0.865}$$

$$A = 3.048 \times 10^{-3} P_m^{0.808}$$

$$A = 2.30 \times 10^{-2} P_n^{0.730}$$

\* 本學會 正會員 三陟工業專門大 專任講師

\*\* 本學會 理事 建國大工大 土工學科副教授

上記 세가지 식을 利用하여 調査되지 않은 海灣에 대해서도 橫斷面積만 알 수 있다면 一定期間 동안 流入出하는 潮量, 平均流速을 間接적으로 算定할 수 있어 海灣의 安定性 檢討에 活用될 수 있을 것이다.

1. 序 論

本 論文은 우리나라 西海岸 海灣에서 潮汐週期間에 流入出하는 平均 大潮期 및 小潮期에 있어서 平衡을 維持하는 것으로 推定되는 斷面積과 潮量과의 關係에 관한 研究이다.

海灣入口에서 斷面積과 潮流의 平衡흐름에 影響을 주는 要素는 水理學的 要因, 天文學的 要因 등 二 範圍가 넓다. 上記 要因中 水理學的 要因으로서는 海底 剪斷速度, 海底物質의 粒徑, 徑深, 潮汐, 潮流의 特性 및 地形의 特性 등이 포함되므로 이들 物理的 諸因子와 關聯지어 平衡式을 誘導하여야 하나 本 論文에서는 平衡 흐름에 影響을 많이 주는 因子로서 斷面積과 潮汐, 潮流의 量的인 側面과 關聯지어 相關式을 誘導하였다.

海灣, 感潮河川의 平衡흐름<sup>1)</sup>에 관한 研究는 Braun<sup>1)2)3)4)</sup>, O'Brien<sup>10)11)</sup> 등에 의해 많은 進展을 보였으며 우리나라에서는 李錫祐<sup>12)</sup>에 의하여 活潑한 研究가 進行되고 있다.

本 研究의 目的은 우리나라 西海岸을 代表하는 上記 相關式을 提示함으로써 各 海灣入口의 斷面積만으로 潮量, 斷面平均流速 및 最大流速을 間接적으로 推定할 수 있게하여 海灣의 安定性을 檢討하고 干拓事業의 內容積計算이나 諸般 海岸構造物의 安定性 檢討에 活用

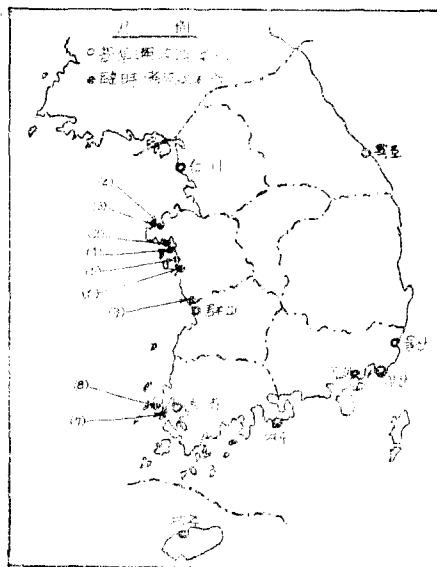


그림-1 潮汐觀測位置

<表-1> 潮汐標設置地點

No	觀測地點	位 置	適 用 海 灣
1	看月島	忠南 瑞山郡 浮石面	沙長浦
2	倉 里	忠南 瑞山郡 浮石面	積空江
3	程山浦	忠南 瑞山郡 近興面	程山浦
4	蟻項里	忠南 瑞山郡 所遠面	蟻項里
5	水龍洞	忠南 洪城郡 西郊面	茅山灣
6	蘇城里	忠南 保寧郡 蔡川面	蔡川灣
7	新厓里	全南 務安郡 務安面	務安江, 坤海島
8	蟬 島	全南 新安郡 坤海面	蟬 島, 古耳島
9	望月里	忠南 蔚川郡 華城面	錦 江

될 수 있을 뿐 아니라 海岸, 海灣 및 感潮河川에서의 土砂移動量<sup>13)14)</sup>을 推定할 수 있고 나아가 浸蝕<sup>15)</sup> 및 堆積<sup>16)</sup> 現象의 判斷도 豫測할 수 있을 것이다.

II. 潮汐觀測

2-1. 觀測地點

우리나라 西海岸 基準 潮汐觀測所인 仁川, 群山, 木浦港으로부터 定期潮汐觀測 資料를 利用 할 수도 있으나 本 海灣의 潮流速測定 11個 地點은 基準潮汐 觀測所로부터 멀리 떨어져 있으므로 正確한 資料分析에 많은 支障을 준다. 따라서 本 潮流速測定 11個地點 附近에 正確한 潮汐現象을 把握하고자 臨時 潮汐觀測所를 다음 表-1, 그림-1과 같이 9個地點을 選定設置 하였

<表-2> 潮 汐 觀 測 概 要

No	觀測地點	位 置	觀測期間	觀測器械
1	看月島	36°-36'-07' N 126°-21'-48' E	1979. 2. 12 3. 13	檢潮, 標尺
2	倉 里	36°-37'-24' N 126°-22'-05' E	1976. 8. 12 9. 10	"
3	程山浦	36°-42'-47' N 126°-10'-13' E	1980. 5. 14 6. 12	"
4	蟻項里	36°-49'-51' N 126°-10'-12' E	1979. 5. 10 6. 8	"
5	水龍洞	36°-31'-28' N 126°-30'-24' E	1977. 7. 29 8. 27	"
6	蘇城里	36°-26'-22' N 126°-31'-28' E	1977. 8. 1 2. 30	"
7	新厓里	34°-42'-58' N 126°-21'-48' E	1979. 5. 1 11. 3	"
8	蟬 島	34°-58'-22' N 126°-16'-21' E	1979. 5. 3 11. 1	"
9	望月里	36°-01'-34' N 126°-45'-32' E	1981. 4. 20 5. 20	"

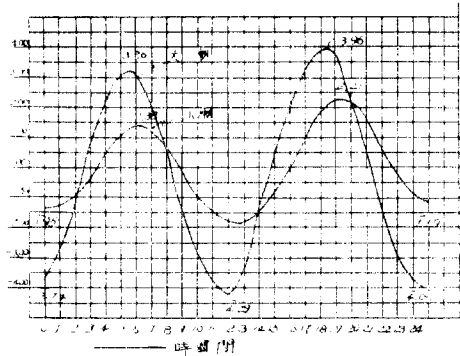
다.

2-2. 觀測方法

9個地點의 臨時 潮汐觀測所에 대해서 檢潮標尺을 階段式으로 4段 또는 5段으로 設置한 後 檢潮夫에 의해서 每 30分(단, 干滿潮前後 1時間동안은 10分) 間隔으로 30日(新壓里, 蟬島는 180日)間 讀取하여 連續的인 潮汐曲線을 얻었다. 9個地點의 潮汐觀測 概要는 表-2와 같다.

2-3. 觀測成果

9個地點의 潮汐觀測 結果中 代表的으로 看月島에서 觀測된 大潮 및 小潮期의 潮汐曲線은 그림-2와 같다.



〈그림 2〉 潮位曲線(看月島)

〈表-3〉 潮 汐 調 和 常 數

地 點	分 潮		M <sub>2</sub>		S <sub>2</sub>		K <sub>1</sub>		O <sub>1</sub>	
	潮和常數		cm	K°	cm	K°	cm	K°	cm	K°
看 月 島			238.5	101.8	95.3	151.7	33.7	230.1	27.8	256.3
倉 里			250.8	104.5	92.7	155.4	35.3	234.8	26.3	259.8
程 山 浦			231.6	105.7	74.4	152.6	33.5	280.6	26.4	256.2
蟻 項 里			221.6	97.5	81.3	142.6	33.1	283.9	26.4	253.6
水 龍 洞			234.6	103.0	84.6	144.7	39.9	277.8	23.8	251.8
蘇 城 里			232.0	99.8	86.2	150.6	34.1	239.7	21.7	253.3
新 壓 里			125.0	54.2	35.6	106.0	31.1	256.7	25.4	237.1
蟬 島			157.3	41.0	51.7	89.7	31.7	251.6	26.7	233.5
望 月 里			174.8	100.5	94.9	150.2	25.6	276.2	25.7	244.5

M<sub>2</sub>: 主太陰半日週潮, S<sub>2</sub>: 主太陽半日週潮, H: 半潮差, K<sub>1</sub>: 日月合成 日週潮,  
O<sub>1</sub>: 主太陰 日週潮, K: 遲角

〈表-4〉 潮 汐 非 調 和 常 數

單位: m

地 點	區 分	大潮平均滿潮位	小潮平均滿潮位	平均海面	小潮平均干潮位	大潮平均干潮位	大 潮 差	小 潮 差	$\frac{K_1 - O_1}{M_2 + S_2}$	平均滿潮隨	備 考
看 月 島		3.340	1.432	0.002	-1.430	-3.336	6.676	2.864	0.183a	31m	
倉 里		3.488	1.634	0.053	-1.528	-3.382	6.870	3.162	0.183a	36m	
程 山 浦		3.018	1.530	-0.042	-1.614	-3.102	6.120	3.144	0.203a	33m	
蟻 項 里		2.959	1.333	-0.070	-1.472	-3.099	6.058	2.806	0.203a	22m	
水 龍 洞		3.212	1.521	0.020	-1.481	-3.172	6.383	3.002	0.203a	33m	
蘇 城 里		3.156	1.432	-0.026	-1.484	-3.208	6.364	2.916	0.183a	26m	
新 壓 里		1.408	0.696	-0.198	-1.092	-1.804	3.212	1.788	0.351b	52m	
蟬 島		1.613	0.579	-0.477	-1.533	-2.567	4.180	2.112	0.281b	25m	
望 月 里		2.382	1.534	0.235	-1.064	-2.362	5.194	2.598	0.193b	28m	

2-4. 資料의 分析

9個 地點의 臨時潮汐觀測所로부터 얻어진 觀測資料中 30日間의 每時의 潮汐記錄을 가지고 G.H. Darwin의 短期潮汐調和分析法에 의하여 分析한 4개의 主要分潮系인  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_1$  및  $O_1$ 에 대한 調和常數는 表-3과 같으며 調和常數로부터 算出한 非調和常數는 表-4와 같다.

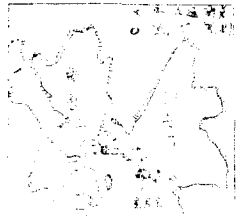
III. 潮流速測定

3-1. 測定地點

潮流速의 測定成果는 海灣入口 斷面상의 測定位置 및

測定方法에 의해서도 差異가 있겠지만 該當地域 潮汐의 特性값에 따라서도 潮流速은 甚하게 變化할 것이다. 特히 우리나라 西海岸은 南部에서 中部에 이르기까지 潮汐의 變化는 多樣하다.

本 研究에서는 西海岸 全般에 대한 特性을 잘 나타낼 수 있도록 測點을 고르게 分布시키 11個地點을 選定한 各該位置는 表-5 및 圖形 3-7에 나타내었다.



圖形 3. 沙長浦, 積丕江(潮位潮流速)位置

(表 5) 海灣位置 및 潮流測定概要<sup>(19)(16)(17)</sup>

No.	測定地點	測點	位 置	潮 別	觀 測 日	月 令	緯 度 赤 緯
1	沙 長 浦	A <sub>1</sub>	36°-35'-46'' N 126-26 -49 E	大小 潮 大小 潮	1979. 2.26 2.21	28.9 23.9	S10°-18' S17 -23
		A <sub>2</sub>	36-35 -57 N 126-26 -11 E	大小 潮 大小 潮			2.26 2.21
		A <sub>3</sub>	36-36 -50 N 126-24 -41 E	大小 潮 大小 潮	2.15 2.20	17.9 22.9	S1 -28 S15°-32
		A <sub>4</sub>	36-36 -59 N 126-23 -39 E	大小 潮 大小 潮	2.15 2.20	17.9 22.9	N1 -28 S15 -32
2	積 丕 江	B	36-37 -20 N 126-21 -56 E	大小 潮 大小 潮	2.14 2.22	16.9 24.9	N5 -11 S18 -16
		B	36-37 -26 N 126-21 -40 E	大小 潮 大小 潮	2.14 2.22	16.9 24.9	N5 -11 N18 -16
3	程 山 浦	A	36-42 -50 N 126-08 -43 E	大小 潮 大小 潮	1980. 5.17 5.22	2.6 7.6	N19 -25 N10 -39
		B	36-42 -25 N 126-09 -02 E	大小 潮 大小 潮			5.17 5.22
4	蟻 項 里	C	36-49 -48 N 126-10 -29 E	大小 潮 大小 潮	5.19 5.23	4.6 8.6	N18 -25 N7 -4
5	茅 山 灣	M <sub>1</sub>	36-30 -40 N 126-29 -10 E	大 潮	1977. 2~3	16.3 17.3	S3° -31' N6° -43'
		M <sub>2</sub>	36-30 -20 N 126-29 -10 E	大 潮		"	"
6	鰲 川 灣	O	36-26 -10 N 126-31 -20 E	大 潮	1977. 7.30 ~31	13.8~ 14.3	S14°-53' S11°-35'
		O	36-26 -10 N 126-31 -20 E	大 潮		1977. 7.30 ~31	"
7	務 安 江	A	34-50 -23 N 126-22 -43 E	大小 潮 大小 潮	1979. 9. 5 9.15	13.4 23.4	S12°-39' N18 -27
8	押 海 島	B	34-55 -20 N 126-17 -49 E	大小 潮 大小 潮	9. 7 9.15	15.4 23.4	S3 -53 N18 -27
9	古 耳 島	C	34-58 -07 N 126-16 -05 E	大小 潮 大小 潮	9. 9 9.18	17.4 26.4	N5 -33 N13 -26

10	蟬島	D	35-00 126-15	-20 -25	N E	大小 潮 測	9.10 9.18	18.4 26.4	N9 -45 N13 -26
11	錦江	A <sub>1</sub>	36-01 126-45	-08 -45	N E	大小 潮 測	1981. 5. 5 4.28	0.9 23.3	N15 -14 S16 -51
		A <sub>2</sub>	36-01 126-15	-15 -37	N E	大小 潮 測	5. 5 4.28	0.9 23.3	N15 -14' S16 -51
		A <sub>3</sub>	36-01 126-45	-23 -32	N E	大小 潮 測	5. 5 4.28	0.9 23.3	N15 -14' S16 -51'

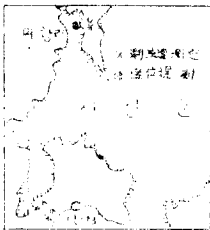


그림-4. 程山浦, 蟻項里 (潮位, 潮流速)位置

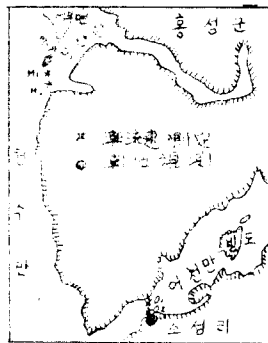


그림-5. 茅山灣, 鰲川灣 (潮位, 潮流速)位置



그림-6. 務安江, 押海島, 古耳島, 蟬島 (潮位, 潮流速)位置.

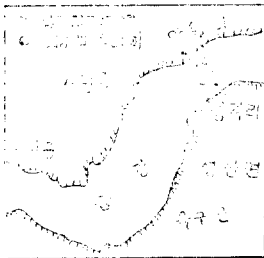


그림-7. 錦江 (潮位, 潮流速)位置

3-2. 測定方法

11個 海灣入口 斷面의 潮流現象을 正確히 調査하기 위하여 各 海灣의 最小斷面에서 大潮 및 小潮期의 各 測點에서 觀測船을 碇泊시켜 놓고 流速計에 의하여 1潮汐週期間<sup>9)</sup>(12.5~13 時間) 每 30分 마다 連續觀測을 다음과 같은 方法으로 하였다.

1) 海灣入口 斷面上的의 測點選定

- ㉠ 1定點 測定時는 斷面圖를 利用하여 水深이 가장 깊은 곳을 選定하였고,
- ㉡ 2定點, 3定點 測定時는 橫斷水深의 深淺과 測

點間隔의 거리를 考慮하여 選定하였으며 同時測定을 하였다.

2) 水深別 測定

- ㉢ 淺水灣의 沙長浦, 積芑江, 程山浦, 蟻項里, 茅山灣, 鰲川灣 錦江河口에서는 表層으로부터 海底에 이르기까지 2m間隔으로 測定하였으며,
- ㉣ 務安江, 押海島, 古耳島, 蟬島에서는 3點法에 의해 流速測定을 하였다.

3-3. 測定成果

〈表-6〉 平均大·小潮의 實測 最大流速

單位 : m/sec

No	測點地點	期別	漲潮最大流速	落潮最大流速	備考
1	沙長浦 (A-1)	大潮	0.93	1.00	
		小潮	0.39	0.61	
	" (A-2)	大潮	0.72	0.84	
		小潮	0.29	0.42	
2	積芑江	大潮 小潮	1.18 0.68	1.85 0.84	
3	程山浦	大潮 小潮	0.79 0.44	0.85 0.37	
4	蟻項里	大潮 小潮	0.77 0.50	0.84 0.51	
5	茅山灣	大潮 小潮	0.56	0.396	
6	鰲川灣	大潮 小潮	0.79 0.44	0.89 0.53	
7	務安江	大潮 小潮	0.45 0.25	0.69 0.25	
8	押海島	大潮 小潮	1.03 0.37	0.69 0.42	
9	古耳島	大潮 小潮	0.42 0.30	0.89 0.70	
10	蟬島	大潮 小潮	0.76 0.35	1.06 0.67	
11	錦江	大潮 小潮	1.85 0.97	1.39 0.67	

〈表-7〉

斷面最大流速 및 平均流速

單位 : m/sec

No	測點地點	測點	期別	漲期		落期		備考
				最大流速	最大流速	最大流速	平均流速	
1	沙長浦	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>	大小	1.02 0.43	0.69 0.23	0.94 0.39	0.58 0.21	
			大小	0.65 0.38	0.30 0.15	0.62 0.52	0.37 0.34	
2	積丕江	B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub>	大小	1.08 0.87	0.75 0.56	1.65 0.78	0.96 0.48	
3	程山浦	A B	大小	0.46 0.36	0.21 0.17	0.55 0.35	0.28 0.16	
4	蟻項里	C	大小	0.60 0.33	0.24 0.11	0.76 0.33	0.32 0.12	
5	茅山灣	A B	大小	0.52 0.32	0.29 0.15	0.53 0.34	0.15 0.32	
6	鰲川灣	O <sub>1</sub> , O <sub>2</sub>	大小	0.63 0.35	0.31 0.12	0.76 0.33	0.32 0.13	
7	務安江	A	大小	0.39 0.21	0.16 0.08	0.66 0.27	0.35 0.07	
8	押海島	B	大小	0.96 0.37	0.61 0.21	1.15 0.40	0.46 0.23	
9	古耳島	C	大小	0.53 0.35	0.45 0.22	1.15 0.83	0.76 0.33	
10	蟬島	D	大小	0.93 0.38	0.40 0.14	1.30 0.67	0.51 0.24	
11	錦江	A, B, C	大小	1.02 0.44	0.65 0.26	0.76 0.42	0.45 0.24	

## 3-3-1. 實測最大流速(平均大潮 및 小潮期)

大潮期 및 小潮期別로 漲落潮時 實測된 流速中 最大流速으로 분수 있는 表面流速을 가지고 更正하여 平均大潮期 및 平均小潮期에 대한 推定 最大流速을 表示한 것이 表-6<sup>15)16)17)</sup>과 같다.

## 3-3-2. 斷面平均流速

各 地域別 該當 測點에서 實測한 資料를 每時마다의 各點의 實測流速에 의하여 流速斷面圖를 作圖하여 每時別 最大流速 및 平均流速을 求하였으며 그 結果는 表-7<sup>15)16)17)</sup>과 같다.

## IV. 相關分析

## 4-1 通水斷面積

測量은 計算함에 있어서 通水斷面積의 決定은 가장 優先되는 過程으로서 本11個 海灣의 橫斷面圖는 다음

事項에 留意하여 測定하였다.

1) 各 海灣入口의 對岸깊이가 最小인 地點을 選定하여 橫斷水深測量을 하였으며,

2) 水深測量中 時間에 따른 潮位變化의 誤差를 除去하기 위하여 臨時 潮位標를 設置 觀測하여 水深測量中 時間에 따른 潮位更正을 하였다.

3) 橫斷面圖의 精度를 높이기 위하여 水深이 急變하는 地點에서는 20m~50m 거리마다 測深值를 讀取하여 海底의 起伏狀態를 될 수 있는한 상세히 나타내도록 하였다.

4) 標高別 通水斷面積은 各 觀測地點마다 略最低干 深位에서 略最高滿潮位까지 0.5m間隔으로 求積計의 算出하였다.

## 4-2. 潮 量

海灣 또는 感潮河川의 河口에서 漲潮 및 落潮期의

流出入하는 潮量은 通水斷面積과 平均流速과의 相乘積으로 表示되며 通水斷面積과 平均流速은 潮汐의 變化에 따라 다르다. 11個地點 海灣入口에서 流出入하는 潮量을 調査하기 위하여 各 海灣入口의 橫斷面上에서 大潮期 및 小潮期에 各各 1潮汐週期間 流速測定을 實施하였다.

潮量計算은 各 斷面上的 測點에서 1潮汐週期間 觀測한 每時마다의 流速과 通水斷面積의 實測值를 使用하였으며 그 計算法은 다음과 같다.

1) 每時마다의 潮位變化에 따르는 通水斷面積의 變化圖作成.

2) 每時마다의 各點의 實測流速에 의해 流速斷面圖를 作圖하고 求積器에 의해 每時期別 平均流速을 求하였다.

3) (1)項의 通水斷面積에 (2)項의 平均流速을 곱하여 1秒當 潮量을 算出하였으며 그림-8, 9와 같이 平均流速 및 潮量曲線을 얻었다. 이 그림으로부터 1潮汐週期間의 漲, 落潮別 潮量을 求하였으며 11個 海灣에서

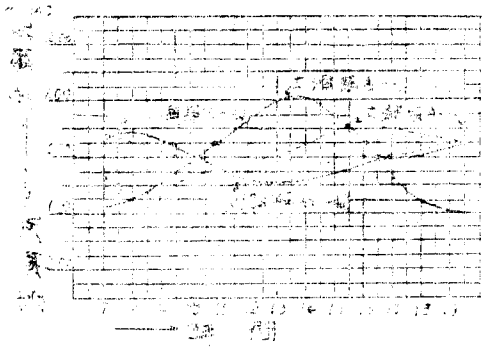


그림-8 泌長浦 斷面平均流速曲線

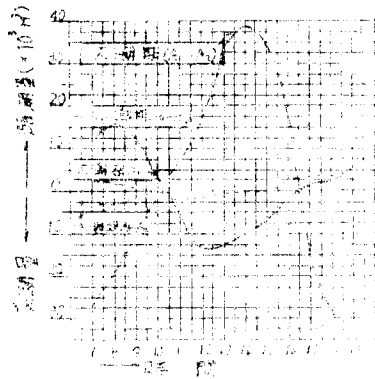


그림-9. 沙長浦潮量曲線

의 期別 및 漲, 落潮量은 表-8<sup>(15)(16)(17)</sup>과 같다.

4) 上記의 潮量은 漲, 落潮別로 平均大潮期 및 平均小潮期の 潮量으로 更正하였다.

4-3. 相關式

各 海灣의 形成에 있어서 平衡흐름이 維持되는 現狀은 水路의 橫斷面積과 一定週期間 流出入하는 潮量사이의 相關 關係가 있을 것이다.

本 研究에서는 우리나라 西海岸 11個 海灣入口斷面에서 各개의 形態로 分類하여 相關式을 作成하였다.

- ① 橫斷面積A(平均海面下) - 平均大潮期の 最大潮量(漲, 落潮中)  $P_1$
- ② 橫斷面積A(平均海面下) - 平均大潮期の 平均潮量(漲, 落潮中)  $P_2$
- ③ 橫斷面積A(平均海面下) - 平均小潮期の 平均潮量(漲, 落潮中)  $P_3$

<表-8> 平均大潮 平均小潮期 潮量

No	測點地點	通水斷面積	平均大潮期 潮量		平均小潮期潮量 漲落潮平均( $P_3$ )	備 考
			漲落潮中最大漲 ( $P_1$ )	落潮平均 ( $P_2$ )		
1	沙長浦	$2,907 \times 10^4 \text{m}^2$	$5,161 \times 10^6 \text{m}^3$	$4,914 \times 10^6 \text{m}^3$	$2,034 \times 10^6 \text{m}^3$	$2,766 \times 10^6 \text{m}^3$
2	積丕江	$1,310 \times 10^4$	$2,535 \times 10^6$	$2,325 \times 10^6$	$1,370 \times 10^6$	$2,245 \times 10^6$
3	程山浦	$1,230 \times 10^4$	$1,191 \times 10^6$	$1,057 \times 10^6$	$5,010 \times 10^7$	$1,217 \times 10^6$
4	蟻項里	$3,190 \times 10^3$	$2,570 \times 10^7$	$2,070 \times 10^7$	$1,120 \times 10^7$	$1,989 \times 10^7$
5	茅山灣	$1,604 \times 10^3$	$2,567 \times 10^7$	$1,942 \times 10^7$	$5,420 \times 10^6$	$2,032 \times 10^7$
6	鰲川灣	$2,338 \times 10^3$	$4,332 \times 10^7$	$3,618 \times 10^7$	$9,115 \times 10^6$	$4,400 \times 10^7$
7	務安江	$1,040 \times 10^4$	$7,610 \times 10^7$	$5,730 \times 10^7$	$2,300 \times 10^7$	
8	押海島	$1,103 \times 10^4$	$1,623 \times 10^8$	$1,205 \times 10^8$	$5,170 \times 10^7$	
9	古耳島	$7,677 \times 10^3$	$1,191 \times 10^8$	$7,840 \times 10^7$	$4,660 \times 10^7$	
10	罈島	$1,019 \times 10^4$	$1,135 \times 10^8$	$9,420 \times 10^7$	$4,110 \times 10^7$	
11	錦江	$6,216 \times 10^3$	$8,750 \times 10^7$	$8,620 \times 10^7$	$3,720 \times 10^7$	

\* 備考欄의 숫자는 內容에 의한 潮量임.

上記 세가지의 相關關係를 알아보기 위해 表-8의 資料를 利用하여 相關係數를 最小自乘法에 依해 求한 相關式은 다음과 같다.

①의 경우식 :  $A=9.078 \times 10^{-4} P_n^{0.865} \dots\dots\dots(1)$

②의 경우 :  $A=3.048 \times 10^{-3} P_m^{0.803} \dots\dots\dots(2)$

③의 경우  $A=2.30 \times 10^{-2} P_n^{0.73} \dots\dots\dots(3)$

와 같이 各各 求해졌으며 이들을 그린것이 그림-10, 11 및 12와 같다.

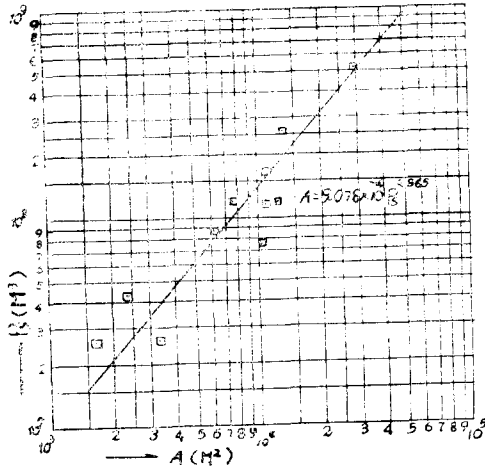


그림-10. A-P<sub>n</sub> 相關

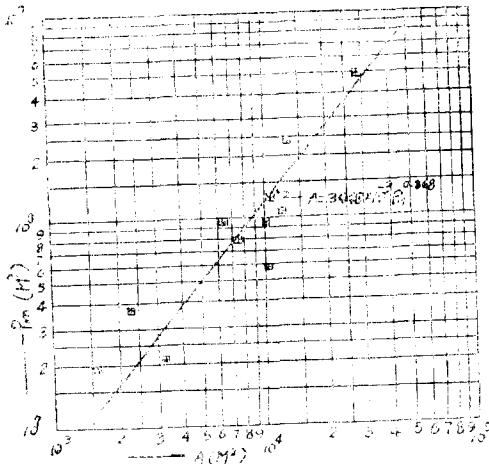


그림-11. A-P<sub>m</sub> 相關

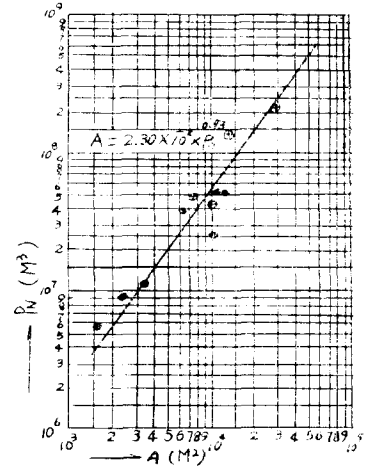


그림 12. A-P<sub>n</sub> 相關

V. 檢討 및 考察

5-1 實測流速과 計算流速

上記 ①, ② 및 ③의 相關式들은 水理學的인 要素들에 對하여 檢討는 하지 못하였다.

그러나 海灣에 漲潮, 落潮時 流出入하는 潮量은 通水斷面과 平均流速의 積을 積分한 것이므로 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$P = \int_0^{T/2} a \cdot v dt \dots\dots\dots(4)^{10;13}$$

여기서 :

P=潮量

T=潮汐의 週期

a=瞬間通水斷面積

V=斷面 a에서의 平均流速

斷面積은 潮水狀態에 따라 隨時로 變하지만, 斷面積 A(平均 海面下의 最小斷面積)이 一定하고 漲潮, 落潮의 持續時間이 T/2s와 同一하다면 斷面의 平均流速은 다음과 같은 時間의 sin 函數式이 된다.<sup>10;13)</sup>

$$\text{即 } V = V_{max} \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t \dots\dots\dots(5)$$

(5)式을 (4)式에 代入하면,

$$P = \frac{A \cdot V_{max} \cdot T}{\pi} \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{또는 } V_{max} = \frac{P \cdot \pi}{A \cdot T} \dots\dots\dots(7)$$

$$V_{mean} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{V_{max}}{C_1} \dots\dots\dots(8)$$

여기서

A=平均海面下의 最小斷面積

$$C_1 = \frac{T \cdot Q_{max}}{\pi \cdot P}$$



〈表—9〉 平均大潮期 最大潮量의 流速比較

區分 測定地點	A (m <sup>2</sup> )	P <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	實測流速		計算에 의한流速		
				最大	平均	最大	C <sub>1</sub>	平均
沙長浦	2.907×10 <sup>4</sup>	5.161×10 <sup>8</sup>	38,888	1.14	0.69	1.25	1.07	0.68
積丕江	1.310×10 <sup>4</sup>	2.535×10 <sup>8</sup>	22,780	1.85	0.96	1.36	1.28	0.92
蟻項里	3.19 ×10 <sup>3</sup>	2.570×10 <sup>7</sup>	2,038	0.85	0.51	0.56	1.13	0.48
程山浦	1.23 ×10 <sup>4</sup>	1.191×10 <sup>8</sup>	11,551	0.95	0.65	0.680	1.380	0.44
茅山灣	1.604×10 <sup>3</sup>	2.567×10 <sup>7</sup>		0.86				
鰲川灣	2.338×10 <sup>3</sup>	4.332×10 <sup>7</sup>		0.94				
務安江	1.04 ×10 <sup>4</sup>	7.61 ×10 <sup>7</sup>	7,500	0.77	0.35	0.51	1.40	0.35
押海島	1.103×10 <sup>4</sup>	1.623×10 <sup>8</sup>	12,378	1.28	0.73	1.03	1.09	0.75
古耳島	7.677×10 <sup>3</sup>	1.191×10 <sup>8</sup>	9,180	1.03	0.76	1.09	1.097	0.60
蟬島	1.019×10 <sup>4</sup>	1.135×10 <sup>8</sup>	12,986	1.11	0.67	0.78	1.629	0.43
錦江	6.216×10 <sup>3</sup>	8.75 ×10 <sup>7</sup>	7,876	1.02	0.65	1.02	1.281	0.51

〈表—10〉 平均大潮期 平均潮量의 流速比較

區分 測定地點	A (m <sup>2</sup> )	P <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	實測流速		計算에 의한流速		
				最大	平均	最大	C <sub>1</sub>	平均
沙長浦	2.907×10 <sup>4</sup>	4.914×10 <sup>8</sup>	36,677	1.04	0.63	1.19	1.063	0.62
積丕江	1.310×10 <sup>4</sup>	2.325×10 <sup>8</sup>	18,796	1.16	0.85	1.25	1.151	0.64
蟻項里	3.19 ×10 <sup>3</sup>	2.57 ×10 <sup>7</sup>	1,706	0.82	0.57	0.56	0.945	0.55
程山浦	1.230×10 <sup>4</sup>	1.057×10 <sup>8</sup>	10,180	0.92	0.48	1.371	0.60	0.42
茅山灣	1.604×10 <sup>3</sup>	1.942 ×10 <sup>7</sup>		0.72		0.85		
鰲川灣	2.338×10 <sup>3</sup>	3.618×10 <sup>7</sup>		0.87		1.09		
務安江	1.040×10 <sup>4</sup>	5.730×10 <sup>7</sup>	5,778	0.57	0.38	0.39	1.435	0.25
押海島	1.103×10 <sup>4</sup>	1.205×10 <sup>8</sup>	11,970	1.05	0.53	0.77	1.414	0.47
古耳島	7.677×10 <sup>3</sup>	7.840×10 <sup>7</sup>	6,980	0.75	0.59	0.72	1.367	0.38
蟬島	1.091×10 <sup>4</sup>	9.42 ×10 <sup>7</sup>	11,785	0.97	0.47	0.61	1.781	0.35
錦江	1.216×10 <sup>3</sup>	8.62 ×10 <sup>7</sup>	6,551	0.89	0.55	0.88	1.082	0.52

〈表—11〉 平均小潮期 平均潮量의 流速比較

區分 測定地點	A (m <sup>2</sup> )	P <sub>n</sub> (m <sup>3</sup> )	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	實測流速		計算에 의한流速		
				最大	斷面平均	最大	C <sub>1</sub>	平均
沙長浦	2.907×10 <sup>4</sup>	2.034×10 <sup>8</sup>	14,810	0.50	0.40	0.49	1.036	0.31
積丕江	1.31 ×10 <sup>4</sup>	1.37 ×10 <sup>8</sup>	10,560	0.80	0.51	0.73	1.097	0.46
蟻項里	3.19 ×10 <sup>3</sup>	1.12 ×10 <sup>7</sup>	1,125	0.34	0.15	0.24	1.430	0.18
程山浦	1.23 ×10 <sup>4</sup>	5.010×10 <sup>7</sup>	3,825	0.60	0.36	0.29	1.087	0.35
茅山灣	1.604×10 <sup>3</sup>	5.42 ×10 <sup>6</sup>	—	—	—	—	—	—
鰲川灣	2.338×10 <sup>3</sup>	9.115×10 <sup>6</sup>	—	—	—	—	—	—
務安江	1.040×10 <sup>4</sup>	2.5 ×10 <sup>7</sup>	2,450	0.31	0.15	0.18	1.395	0.14
押海島	1.103×10 <sup>4</sup>	5.17 ×10 <sup>7</sup>	4,096	0.47	0.22	0.33	1.128	0.26
古耳島	7.677×10 <sup>3</sup>	4.66 ×10 <sup>7</sup>	4,487	0.54	0.29	0.43	1.371	0.26
蟬島	1.019×10 <sup>4</sup>	4.11 ×10 <sup>7</sup>	5,295	0.54	0.18	0.28	1.834	0.18
錦江	6.216×10 <sup>3</sup>	3.78 ×10 <sup>7</sup>	2,763	0.43	0.25	0.43	1.041	0.26

〈表 12〉

O'Brien의 利用資料<sup>(1)</sup>

No.	區 分		潮 量 (P)		斷 面 積 (A)		V <sub>max</sub> = Pπ / A · T (計 算)
	灣 · 河口	地 域	ft <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	ft <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
1	Delaware Bay	Atlantic	1.25 × 10 <sup>11</sup>	3.540 × 10 <sup>9</sup>	2.5 × 10 <sup>6</sup>	232.342 × 10 <sup>3</sup>	1.07 (m/s)
2	Golden Gate	Pacific	5.1 × 10 <sup>10</sup>	144.435 × 10 <sup>7</sup>	9.38 × 10 <sup>5</sup>	87.175 × 10 <sup>3</sup>	1.164
3	Willapa	"	2.5 × 10 <sup>10</sup>	708.014 × 10 <sup>6</sup>	3.94 × 10 <sup>5</sup>	36.617 × 10 <sup>3</sup>	1.150
4	North Edisto River	Atlantic	4.85 × 10 <sup>9</sup>	129.708 × 10 <sup>6</sup>	9.95 × 10 <sup>4</sup>	92.47 × 10 <sup>2</sup>	0.93
5	Tomales Bay	Pacific	1.53 × 10 <sup>9</sup>	447.465 × 10 <sup>5</sup>	3.6 × 10 <sup>4</sup>	33.46 × 10 <sup>2</sup>	0.93
6	Fire Islands	Atlantic	2.18 × 10 <sup>9</sup>	617.388 × 10 <sup>5</sup>	3.56 × 10 <sup>4</sup>	3.309 × 10 <sup>3</sup>	1.31
7	Jones Inlet	Atlantic	1.5 × 10 <sup>9</sup>	424.808 × 10 <sup>5</sup>	2.89 × 10 <sup>4</sup>	2.686 × 10 <sup>3</sup>	1.11
8	Punta Banda	Pacific	2.99 × 10 <sup>8</sup>	846.785 × 10 <sup>4</sup>	5.46 × 10 <sup>3</sup>	507	1.17
9	Reckaway	Atlantic	3.7 × 10 <sup>9</sup>	104.786 × 10 <sup>6</sup>	8.6 × 10 <sup>4</sup>	7.993	0.92
10	Tillamook	Pacific	2.11 × 10 <sup>9</sup>	597.564 × 10 <sup>5</sup>	3.69 × 10 <sup>4</sup>	3.429	1.22
11	East Reckaway	Atlantic	7.6 × 10 <sup>8</sup>	220.900 × 10 <sup>5</sup>	1.15 × 10 <sup>4</sup>	1.069	1.45
12	Coulumbia	Pacific	3.82 × 10 <sup>10</sup>	108.185 × 10 <sup>7</sup>	5.09 × 10 <sup>5</sup>	47.212	1.60
13	Grays Harbor	Pacific	2.43 × 10 <sup>10</sup>	683.19 × 10 <sup>6</sup>	2.85 × 10 <sup>5</sup>	26.487 × 10 <sup>3</sup>	1.82
14	Galvestonb	Gulf of Mexico	1.59 × 10 <sup>10</sup>	450.297 × 10 <sup>6</sup>	2.2 × 10 <sup>5</sup>	20.446 × 10 <sup>3</sup>	1.54
15	Charleston	Atlantic	5.75 × 10 <sup>9</sup>	162.843 × 10 <sup>6</sup>	1.44 × 10 <sup>5</sup>	13.323 × 10 <sup>3</sup>	0.85
16	Humboldt	Pacific	4.38 × 10 <sup>9</sup>	124.044 × 10 <sup>6</sup>	7.55 × 10 <sup>4</sup>	7.017	1.24
17	San Dejeo	Pacific	3.38 × 10 <sup>9</sup>	957.235 × 10 <sup>5</sup>	6.17 × 10 <sup>4</sup>	5.734	1.17
18	Ceas Bay	Pacific	2.84 × 10 <sup>9</sup>	804.304 × 10 <sup>5</sup>	6.11 × 10 <sup>4</sup>	5.673	0.99
19	Umpqua	Pacific	2.20 × 10 <sup>9</sup>	623.052 × 10 <sup>5</sup>	4.62 × 10 <sup>4</sup>	4.294	1.01
20	Abscon	Atlantic	1.48 × 10 <sup>9</sup>	419.144 × 10 <sup>5</sup>	3.13 × 10 <sup>4</sup>	2.909	1.01
21	Heriches	Atlantic	1.57 × 10 <sup>9</sup>	444.633 × 10 <sup>5</sup>	2.04 × 10 <sup>4</sup>	1.896	1.64
22	Yaguira	Pacific	7.73 × 10 <sup>8</sup>	218.918 × 10 <sup>5</sup>	1.98 × 10 <sup>4</sup>	1.840	0.83
23	Nahaiem	Pacific	6.0 × 10 <sup>8</sup>	169.924 × 10 <sup>5</sup>	1.12 × 10 <sup>4</sup>	1.041	1.14
24	Siuslaw	Pacific	4.64 × 10 <sup>8</sup>	131.408 × 10 <sup>5</sup>	1.10 × 10 <sup>4</sup>	1.022	0.90
25	Missian Bayc	Pacific	4.2 × 10 <sup>8</sup>	118.946 × 10 <sup>5</sup>	1.04 × 10 <sup>4</sup>	967	0.86
26	Cequelle	Pacific	3.89 × 10 <sup>8</sup>	110.167 × 10 <sup>5</sup>	3.02 × 10 <sup>3</sup>	838	0.92
27	Newport Beach	Pacific	1.98 × 10 <sup>8</sup>	560.747 × 10 <sup>4</sup>	5.89 × 10 <sup>3</sup>	547	0.72
28	Pendleton Boat Basin	Pacific	1.14 × 10 <sup>7</sup>	322.854 × 10 <sup>3</sup>	4.64 × 10 <sup>2</sup>	43	0.52

参考: 水堤 1 (No. 1~8), 水堤 1 (No. 9~11)  
 水堤 2 (No. 12~28) A: 平均海面의 斷面積  
 B: 大潮平均 斷面積 測定

Q<sub>max</sub> = 瞬間最大流量

T = 44,700 sec

따라서 表-2에 있는 各 潮期 實測值을 利用하여 實測值과 式(5)(6)(7) 및 (8)에 의한 最大流速 및 斷面平均流速의 값은 表-9, 10, 및 11과 같다.

表-9에 의하면 最大流速은 計算値에 의한 것보다 實測에 의한 것이 平均 28% 더 크며 表-10에 의하면 式-9와 같은 傾向이였으며 表-11에서는 實測에 의한 最大流速의 計算値에 의한 것보다 47% 더 크며 算出되었으므로 小潮期의 實測精度가 좋지 않은 것 같다. 그러나 斷面平均流速을 計算値보다 實測值가 3% 더 크므로 平均 流速 倍率을 보이고 있어 流量計算에서 큰 誤差가 없을 것으로 본다.

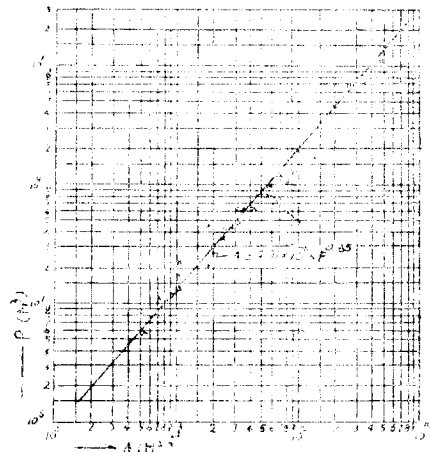


그림-12. O'Brien의 相關分析

5-2. O'Brien의 式<sup>(10)(11)</sup>

O'Brien은 미국 海岸浸蝕調査 研究에서 太平洋沿岸 海灣의 地形調査를 한 結果 海灣入口의 斷面積과 流入하는 潮量에 대해 斷面積—潮量의 平衡式에 關한 相關式을 發表하였다. 그는 海灣入口의 斷面積과 潮量 및 潮汐資料를 收集하여 統計的인 方法으로 다음 式을 發表하였다.

$$A = 4.69 \times 10^{-4} P^{0.85} \dots \dots \dots (9)^{(11)}$$

A = 海灣入口의 最小斷面積(平均海面下)  $ft^2$   
 P = 大潮期의 潮量 ( $ft^3$ )

O'Brien이 (9)式을 發表할때의 利用資料는 表-12와 같고 그 資料를 plot한 것은 그림-13과 같다.

(9)式에서 英國 單位를 metric單位로 換算하면

$$A = 9.01 \times 10^{-4} P^{0.85} \dots \dots \dots (10)이다.$$

表-12의 各 地域의 資料는 다음의 表에 의해서 수집되었다.

- (1) 斷面積 A는 海圖에서 算出
- (2) 해당지역의 조석표에서 大潮차와 該當조차에 의거 計算을
- (3) 斷面積內의 若干 水理學的인 요소는 고려되지 않았음.

5-3 李錫祐의 式<sup>(12)</sup>

李錫祐는 우리나라 西海岸의 錦江河口, 群山港, 加露林灣 및 芽山灣 等은 비롯한 10個所의 灣에서 實測한 潮量과 斷面積으로의 相關式을 發表하였다.

實測한 資料를 plot한 것은 그림-14와 같다.

그림-14의 結果를 李錫祐가 發表한 式,

$$A = 1.21 \times 10^{-4} P^{0.9424} \dots \dots \dots (11)^{(12)}$$

를 代表하는 線이그 線은 李錫祐의 資料를 引用하여

最小自乘法에 依據 再 作成한 結果이다.

$$A = 2.7701 \times 10^{-3} P^{0.799} \dots \dots \dots (12)$$

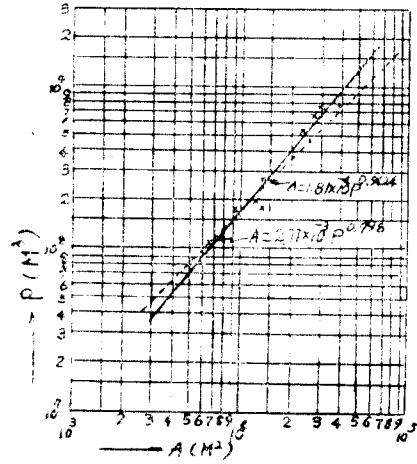


그림-14. 李錫祐의 相關分析

5-4 考 察

最大潮量相關式 P, 및 平均潮量式 P<sub>m</sub>을 O'Brien의 式<sup>(11)</sup> 및 李錫祐<sup>(12)</sup>의 式과 比較 考察하고자 그림-15에 함께 表示하였고 表-13과 같이 式別 潮量比較를 作成하여 그 特性을 檢討하였다.

表-13에서 式-(1), (2), (10) 및 (11)은 理論的으로 平衡式<sup>(13)</sup>인 式-(6)과 比較한 때 O'Brien의 式이 가장 精確히 算出되고 다음은 李錫祐의 式이며 著者의 平均大潮期 最大潮量式이 式-(6)과 가장 近似값을 보여 준다.

그림-15에서 O'Brien式과 最大潮量式은 서로 같은 斷面積을 適用할 때 O'Brien의 式이 最大潮量式인 式-(1)보다 더저녁으로 큰 潮量을 나타낸다.

(表-13) 式 別 潮 量 比 較

海 灣	A	$A = 9.073 \times 10^{-4} P_{0.85}^{0.85}$	$A = 3.948 \times 10^{-3} P_m^{0.85}$	李 錫 祐	O'Brien	$P = \frac{A \cdot V_{max} \cdot T}{\pi}$
沙長浦	$2.970 \times 10^4$	$4.751 \times 10^8 m^3$	$5.098 \times 10^8$	$6.820 \times 10^8$	$3.849 \times 10^8$	$1.310 \times 10^4$
積丕江	$1.310 \times 10^4$	$1.620 \times 10^6$	$2.186 \times 10^6$	$2.670 \times 10^6$	$1.898 \times 10^6$	$1.230 \times 10^4$
程山浦	$1.230 \times 10^4$	$1.498 \times 10^6$	$2.045 \times 10^6$	$2.479 \times 10^6$	$1.488 \times 10^6$	$3.19 \times 10^3$
蟻項里	$3.19 \times 10^3$	$2.820 \times 10^7$	$4.883 \times 10^7$	$5.067 \times 10^7$	$3.815 \times 10^7$	$1.604 \times 10^3$
芽山灣	$1.604 \times 10^3$	$1.204 \times 10^7$	$2.354 \times 10^7$	$2.257 \times 10^7$	$1.279 \times 10^7$	$2.338 \times 10^3$
荻川灣	$2.338 \times 10^3$	$1.920 \times 10^7$	$3.511 \times 10^7$	$3.516 \times 10^7$	$2.962 \times 10^7$	$1.040 \times 10^4$
務安江	$1.040 \times 10^4$	$1.217 \times 10^6$	$1.711 \times 10^6$	$2.055 \times 10^6$	$1.022 \times 10^6$	$1.102 \times 10^4$
押海島	$1.103 \times 10^4$	$1.306 \times 10^6$	$1.821 \times 10^6$	$2.181 \times 10^6$	$1.617 \times 10^6$	$7.677 \times 10^3$
古耳島	$1.019 \times 10^3$	$2.361 \times 10^7$	$1.240 \times 10^8$	$1.424 \times 10^8$	$9.726 \times 10^7$	$1.019 \times 10^4$
蟬島	$1.414 \times 10^4$	$1.335 \times 10^6$	$1.832 \times 10^6$	$2.195 \times 10^6$	$1.538 \times 10^6$	$6.216 \times 10^3$
錦江	$7.936 \times 10^3$	$6.439 \times 10^7$	$9.991 \times 10^7$	$1.111 \times 10^8$	$9.025 \times 10^7$	

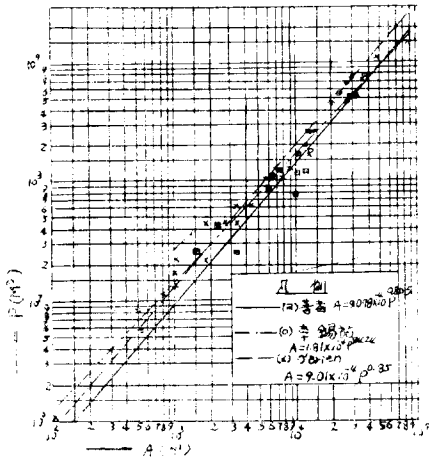


그림-15. 綜合比較

海灣形成<sup>11)</sup>에 있어 여기서 檢討한 橫斷面積과 潮量間的 相關에서 우리나라에서는 相關關係가  $P_2$ 의 경우 93%,  $P_m$ 은 85% 그리고  $P_n$ 은 79%로서  $P_2$ 가 가장 相關이 잘되고 있어  $P'$ 가 支配的인 要因으로 볼 수 있다.

그림-15에서 보여 주듯이 O'Brien, 李錫祐 및 著者の 式을 함께 表示해 보면 O'Brien과 著者の  $P$ 의 역지수는 0.85와 0.865로서 거의 같기 때문에 平行한 線으로 나타나는 反面 李錫祐의 式은 0.9424로 되어있어 線의 上下로 갈수록 가장 큰 偏差를 가지다 준다.

### VI. 結 論

本 研究에서는 우리나라 西海岸의 南部 및 中部에 位置하고 있는 11個 海灣에서 實測한 資料를 利用하여 平衡狀態에 이르고 있는 海灣의 特性을 究明하기 위하여 斷面積  $A$ —潮量  $P$ 의 相關을 分析하였다.

本 研究에서는 各期別 潮量相關式에서 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 平均大潮期 最大潮量( $P_2$ ), 平均大潮期(平均潮量  $P_m$ ), 平均小潮期 平均潮量( $P_n$ )등 세가지와 本 海灣 入口의 最小橫斷面積의 相關式은 다음과 같이 나왔다.

$$A = 9.078 \times 10^{-4} P_2^{0.855}$$

$$A = 3.048 \times 10^{-3} P_m^{0.853}$$

$$A = 2.30 \times 10^{-2} P_n^{0.73}$$

2. 우리나라 西海岸 資料를 利用하여 얻어진 式과 美國 太平洋沿岸에서 얻어진 式과 比較한 結果 거의 비슷한 結果가 나왔으며 橫斷面積( $A$ )는 最大潮量( $P$ )의 0.85乘 程度과 比例하고 있는 것으로 나타났다.

3. 著者の 세가지式을 利用하여 調査되지 않은 海灣의 橫斷面積만을 가지고 一定期間 동안 流入하는

潮量, 斷面平均流速 및 最大流速을 間接的으로 算出할 수 있을 뿐 아니라 海灣의 安定性을 檢討할 수 있다.

本 研究에서는 우리나라 西海岸 海灣에서의 平衡을 이루고 있는 現狀下에서 橫斷面積과 最大潮量間的 特定된 相關만을 究明한 基礎的인 研究이나 平衡에 影響을 주는 其他 水理學的인 要因들과 地形的인 要因들間的 相關이 平衡에 미치는 여러가지 特性을 繼續究明하므로써 보다 實用的이고 効率的으로 海岸工學分野의 未開拓 問題를 解決해 줄 수 있으리라 생각한다.

### 參 考 文 獻

1. Bruun, P., "By-Passing and Back-passing with Reference to Florida", J. of the Water ways and Harbors Division, ASCE, Vol. 93 No. WW<sub>2</sub>, Proc. Paper 5243, May, 1967. pp. 101~128.
2. Bruun, P., "Tidal Inlets Housekeeping", J. of the Hydraulics Division, ASCE, Vol.93(Hy5), september, 1967. pp. 167~184.
3. Bruun, P., "Measures Against Erosion at Groins and Jetties", Proc. Third Conf Coastal Eng. pp. 137~164.
4. Bruun, P. and Gerristen F. "stability of Coastal Inlets", North-Holland Publishing Co., Holland, 1955.
5. Caldwell, J.M., "Tidal Currents a Inlets in the United States", Proceedings of the ASCE, Vol. 81, Separate No. 716, June, 1955.
6. Englund, F., "Hydraulic Resistance of Alluvial Streams", J. of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 92, No. Hy<sub>2</sub>, Proc. paper 4739, Mar., 1966.
7. Garde, R.J., and Ranga Ruja, K.G., "Regime Criteria for Alluvial streams", J. of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 89, No. Hy<sub>6</sub>, Proc. paper 3705 Nov., 1963. pp. 153~164.
8. Jeansson, I.G., "Friction Factor Diagrams for Oscillatory Boundary Layer", Basic Research Progress Report No. 10, Coastal Engineering and Hydraulics Laboratory, Technical University, Denmark, 1965.
9. Nagai, S., "Arrangement of Groins on a Sandy Beach," J. of waterways Harbors Div., proc. ASCE, 1956.
10. O'Brien, M.P., "Estuary Tidal Prism Related

- to Entrance Area", J. of Waterways and Harbor Division ASCE 1(8), 1931. pp. 738~739.
11. O'Brien, M. P., "Equilibrium Flow Area of Inlets on Sandy Coasts" J. of waterways and Harbor Division, ASCE, Vol. 39, No. WW<sub>1</sub>, February, 1969.
  12. Simons, D.B., and Richardson, E.V., "A study of Variables Affecting Flow Characteristics and Sediment Transport in Alluvial channels", Proceedings paper No. 27, Federal Inter-Agency Sedimentation Conference, held at Jackson, Miss, 1963. Miscellaneous Publication No. 1970, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 1965. pp. 193~207.
  13. Suk Woo Lee, "Tidal Fulushing at Entrance of Tidal Bay in Korea", J. of the Oceanological society of Korea Vol. 10, No. 2, 1975.
  14. Wiegel, R. L., "Oceanographical Engineering" Prentice-Hall, Inc., New York, 1964.
  15. 農業振興公社(1980.12), 挿橋川流域 第Ⅱ地區調査報告書, p. 275~p. 299, p. 152~p. 157.
  16. 農業振興公社(1977.12), 洪保地區基本調査報告書, p. 285~p. 328.
  17. 農業振興公社(1979.12), 榮山江 Ⅲ段階地區 妥當性調査報告書, p. 43~p. 139.