河川流量의 增加에 따른 錦江潮汐의 變化

Modification of Tide in Keum River by the River Discharge

崔 秉 昊*
Choi, Byung Ho
李 正 烈**
Lee, Jung Lyul
吳 允 根***
Oh, Yeun Kun

Abstract

The estuarine tide becomes strongly distorted as it propagates into upstream reach of tidal river system common to the west and south coasts of Korea. This distortion can be represented by friction, non-linear advection, interaction with channel geometry and freshwater discharge. In the present paper, the effect of an increased river discharge on tide progressing into the Keum River is evaluated quantitatively by one-dimensional hydrodynamic model. The computed relation between the prevailing discharges and the tide reaching the upper reaches of the river, both its range and its timing has shown that there are good agreement with theoretical inferences of Godin(1985).

要 旨

우리나라 西南海岸에 共通的인 感潮河川體系에서 河口潮汐은 上流部로 波及됨에 따라 크게 變形된다. 이 變形樣相은 河床摩擦, 非線型移流效果, 水路의 幾何學的形態와의 相互作用 및 河川流量에 의해 左右된다. 本稿에서는 錦江感潮區間에서의 河川流量의 增加에 따라 傳播되는 潮汐에의 影響을 1次元 動水力學모형에 의해 定量的으로 評價하였다. 모형에 의해 算定된 流量의 增加에 따른 感潮河川上流部의 潮汐의 振幅 및 到達時刻과의 관계는 Godin(1985)에 의한 理論的인 推論과도 잘 一致하였다.

1. 序 論

우리 나라 西南海岸으로 流入되는 河川들은 感潮河川이며 특히 西海岸의 漢江 및 錦江의 河口潮汐은 上流로 傳播되는 過程에서 河床摩擦, 非線型移流效果, 水路의 幾何學的形態와의 相互作用 및 河川流量에 의해 크게 變形된다. 東西方向의 심한 地形경사 및 河床경사로 特徵지워지는 上記 두 河川의 境遇 比較的 짧은 感潮區

* 正會員·成均館大學 工科大學 敎授, 土木工學科
** 正會員·서울大學校 大學院
*** 正會員·成均館大學校 大學院

間에서 상당한 潮汐消散이 일어나는 데 感潮河川의 非線型 潮汐傳播現象을 調査하기에 世界的으로도 適合한 研究對象地域이다.

前回의 研究[1,2]에서 錦江感潮區間의 潮汐傳播가 1次元潮汐數値모형에 의해 滿足스럽게 算定될 수 있음을 提示하였는 데 初期段階의 接近으로서 大, 中, 小潮의 代表潮汐만이 檢討되었었다. 이 初期모형은 感潮區間의 上流部에서 運動量平衡條件에 의해 大潮에 關聯된 큰 河床摩擦力은 큰 壓力傾斜(水位傾斜)에 의해 平衡을 이루어야 하므로 小潮時에 比해 水位 即 日平均海面이 上乘되는 基準面顯到現象을 잘 再現시켰는 바 LeBlond[3]의 理論的 모형을 支持하는 結果였다.

繼續되는 研究로서 本 研究에서 錦江의 初期모형은 格子間隔을 細分化하여 感潮河川의 幾何學的 諸元을 더 仔細하게 解像시킬 수 있도록 改善되었다. 改善된 모형은 河口潮汐이 上流部로 波及되는 過程에서의 主分潮, 倍潮, 淺海潮의 變化樣相과 河川流量의 增加에 따라 傳播되는 潮汐과의 相互作用을 調査하는 데 利用되었다. 이러한 일련의 研究는 基礎潮汐力學의 糾明이라는 觀點외에 錦江河口의 防潮堤가 建設되면 潮汐이 遮斷되어 旣存感潮體系가 完全히 轉換될 것인 바 過去의 物理現象을 整然하게 記錄으로 保存해야 한다는 側面에서 重要하다.

2. 感潮水位 觀測記錄

錦江感潮區間의 水位觀測은 1919年 8月의 同時水位觀測을 嚆矢로하여 江景에서는 1922年, 笠浦에서는 1919年, 玉浦에서는 1959年, 頌韶院에서는 1962年부터 連續觀測이 實施되었으나 모든 觀測資料는 1926年의 朝鮮河川調査書[4]에 提示된 統計處理方法으로 지금까지 整理되고 있어 感潮水位特性을 判別할 수 없다. 本 研究에서는 玉浦, 笠浦, 江景의 1977年以後 利用可能한 觀測記錄을 建設部로부터 確保하여 時刻補正 및 時間別 水位를 讀取하였는 데 그림 1은 再編輯된 3個所의 水位記錄의 一部이며 歪曲된 感潮水位의 形態가 잘 提示되어 있다.

이 歪曲된 感潮河川의 潮位曲線은 Godin[5]에 의하여 그림 2와 같은 두 形態의 曲線으로 模

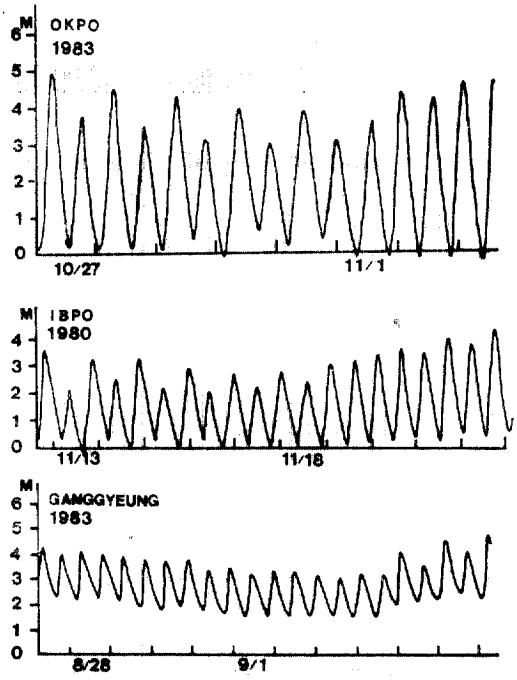


그림 1. 玉浦, 笠浦, 江景의 自記水位記錄

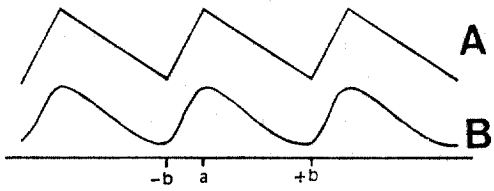


그림 2. 簡單化시킨 淺海 潮位의 形態 : (A) 톱날 形, (B) 두 正弦曲線을 並置시킨 形

式化되어 提示된 바 두 曲線은 다음과 같은 Fourier 級數型으로 展開된다.

$$y(t)=\sum_{n=0}^{\infty}\left\{A_n\left(\sin\frac{n\pi t}{b}\right)+B_n\left(\cos\frac{n\pi t}{b}\right)\right\} \quad \cdots\cdots(1)$$

式(1)의 A_n, B_n의 算定에 있어 10번째 調和常數는 첫번째 調和常數의 2%에 該當되어 主分潮인 M_2潮의 境遇를 基本週期로 取하면 1/20日週潮의 周波에서도 有意振幅을 구할 수 있어 1/6日週潮로서 充分히 說明되는 海洋潮汐과 뚜렷하게 相異한 點이 指摘되었다.

이러한 淺海潮의 徹底한 分析은 일단 留保시키고 通常的인 潮汐分析法[6](Tidal Institute Re-

表 1. 錦江 感潮水位의 調和常數

位置 / 分潮	玉浦		笠浦		江景	
	振幅(cm)	遲角(度)	振幅	遲角	振幅	遲角
Q_1	6.6	62.6	4.2	283.1	2.7	268.9
O_1	19.8	267.3	15.9	286.9	13.0	282.2
K_1	30.0	286.4	24.7	301.5	14.9	313.2
μ_2	20.9	224.6	12.1	6.9	6.9	314.4
N_2	23.6	57.0	15.7	191.2	14.0	154.7
M_2	181.9	108.0	113.6	177.4	77.1	185.2
L_2	15.4	239.0	12.0	141.0	3.0	302.8
S_2	80.3	151.8	38.5	179.7	24.2	210.4
MO_3	3.8	84.5	4.6	33.9	5.8	47.8
M_3	0.2	222.9	3.5	134.6	1.0	347.6
MK_3	1.3	244.2	7.0	7.5	2.3	347.1
MN_4	3.1	51.9	10.5	281.0	7.4	255.8
M_4	17.5	167.4	29.6	288.0	23.2	304.0
SN_4	0.8	270.4	7.2	13.8	0.7	240.5
MS_4	15.9	204.0	22.5	292.9	19.6	336.9
$2MN_6$	0.9	248.0	2.2	6.7	2.7	1.5
M_6	2.5	92.5	5.3	26.8	6.3	61.7
MSN_6	1.7	226.1	3.2	50.8	1.4	57.8
$2MS_6$	2.2	350.7	7.3	28.7	8.4	87.8

註 : 玉浦(36°02′N, 126°47′E) : 1983년 10월 1일~10월 31일
笠浦(36°08′N, 126°54′E) : 1980년 11월 1일~11월 30일
江景(36°09′N, 127°01′E) : 1983년 10월 1일~10월 31일

cursive Analysis Technique)을 利用하여 編輯된 3個所의 月別感潮水位를 分析한 結果가 表 1에 例示된다. 月別分析結果는 分潮들의 調和常數의 심한 變化를 提示하고 있었는데 河川流量과 潮汐과의 相互作用에 따른 內在的인 要因과 根本的으로 編輯하기 어려운 原記錄의 質에 起因한다. 例示된 調和常數는 錦江感潮區間에서의 M_4, MS_4 分潮가 비슷한 크기의 振幅으로서 潮汐非對稱(tidal asymmetry)을 誘發시키는 重要한 要素임을 보여준다.

3. 潮汐傳播 및 河川流量의 增加에 따른 相互作用

錦江感潮區間의 潮汐運動을 算定하기 爲한 1次元모형은 非線型 移流項 및 摩擦項을 包含하며 基本方程式은 아래와 같다.

$$b\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}-q=0 \quad \cdots\cdots(2)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial (uQ)}{\partial x}+g\frac{\partial h}{\partial x}A+g\frac{Q|Q|}{AC^2R}=0 \quad \cdots\cdots(3)$$

여기서,

t : 時間
b : 水路幅
x : 水路의 흐름 方向距離
h : 任意水平基準面에 대한 水位
Z_0 : 任意水平基準面에 대한 河床高
d : 平均水位에 대한 水路의 水深
η : 水平均水位에 대한 水位
Q : 斷面流量
q : 水路의 單位距離當 支川流入水量
u : 水路의 斷面平均流速
g : 重力加速度
A : 水路의 斷面積
C : Chezy 係數로서 Manning 粗度係數(n) 및 動水半徑(R)과는 下記의 關係가 있다.

$$C=\frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}} \quad \cdots\cdots(4)$$

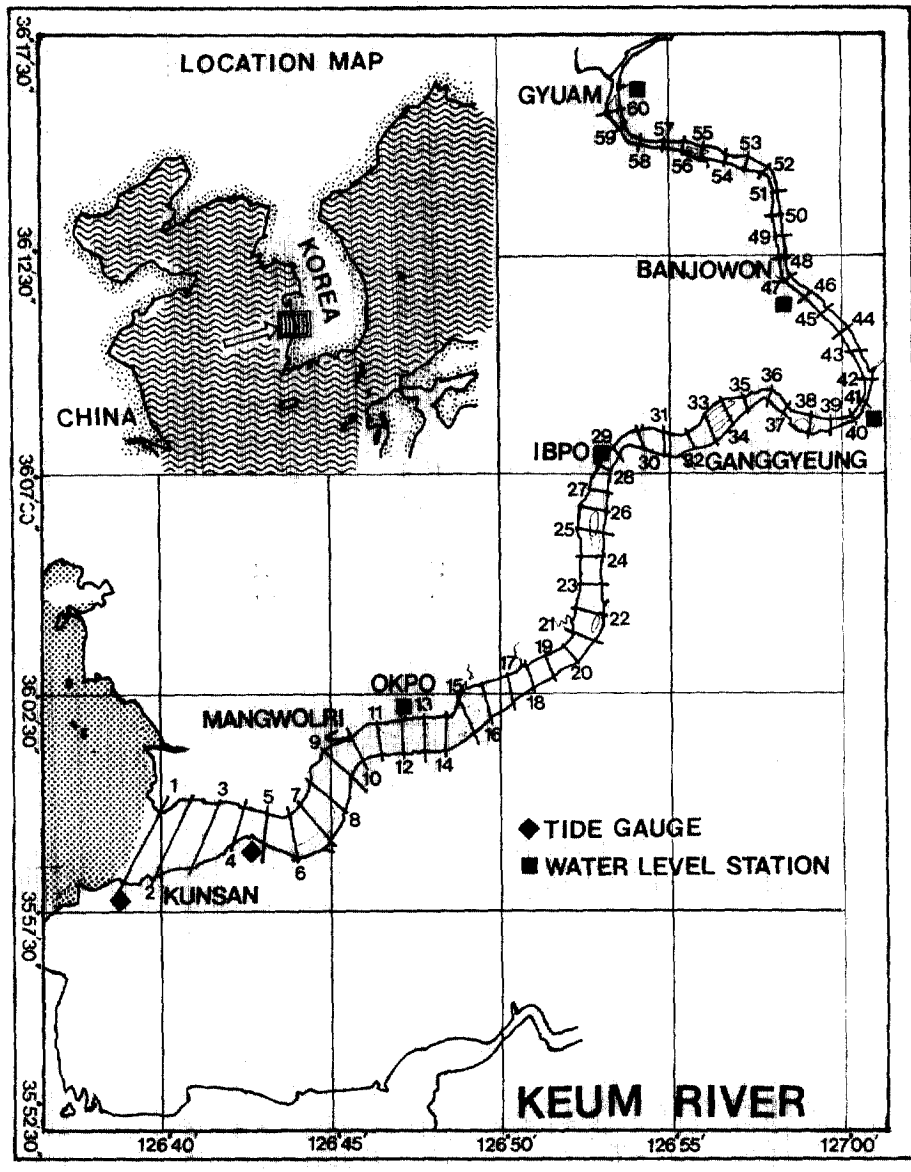


그림 3. 錦江感潮區間의 1次元 動水力學的 모형

그림 3과 같은 60個의 斷面으로 構成되는 데 陽解差分法에 의해 奇數의 斷面에서는 水位가 算定되며 偶數의 斷面에서는 流量이 算定된다. 仔細한 모형의 數値解析方法은 여러 文獻[7,8]에 이미 紹介되어 있으므로 再述치 않는데 本 硏究에서는 Harleman과 Lee[8]가 提示한 陽解差分法을 採擇하였다. 모형의 60個의 斷面은 1km의 等間隔으로 나뉘어졌으며 各水路斷面은 梯形斷面으로 模式化되었다. 陽解差分計算을 위한 Courant의 安定條件을 滿足시키는 時間間隔(Δt)은 90秒를 取하였다. 採擇된 Manning係數는 0.02~0.036의 範圍內에서 上流로 갈수록 크게 하였는데 算定値와 觀測値를 漸進시키는 調整役割로도 利用하였다.

樹立된 모형에 의해 群山外港이 位置한 外海境界에 14個分潮에 의한 1983年 8月期間의 潮

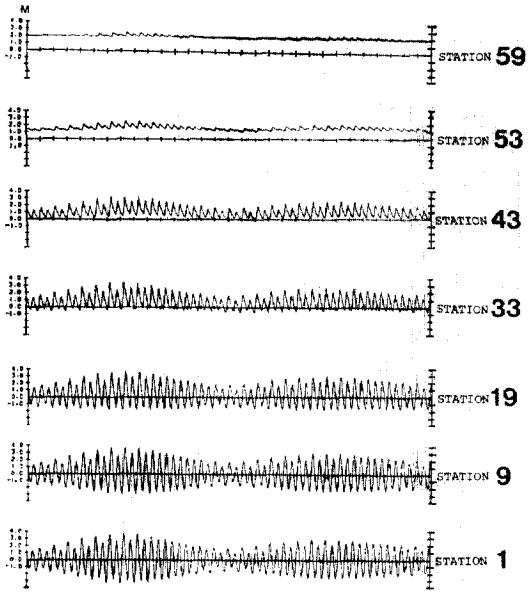


그림 4. 錦江感潮區間에서의 上流端의 河川流量이 50 m³/sec 일 경우의 算定된 水位變化

位豫報値를 境界條件으로 하고 上流端의 境界條件은 50, 200, 1000, 2000, 4000m³/sec 의 定常狀態의 河川流量으로서 規定하는 일련의 數値實驗을 遂行하였다. 모형에 의한 格子點에서의 水位, 流量, 流速(斷面平均)의 算定은 初期靜止狀態로부터 32 日間의 潮汐狀況을 模擬發生시켰으며 初期攪亂影響을 除去시키기 위해 첫部分의 2 日計算値는 除去되고 30 日間의 計算結果가 分析에 利用되었다. 그림 4는 上流端의 流量이 50m³/sec 일 境遇의 모형에 의해 算定된 水位를 提示하는 데 感潮區間上流部의 톱날形 潮位非對稱 및 小潮時의 平均水面이 大潮時의 平均水面보다 낮아지는 基準面顚到(datum reversal)[2,3]가 滿足스럽게 再現되고 있음을 보여준다. 上述된 算定된 水位의 時系列을 周波帶領域의 에너지分布로서 提示한 스펙트럼이 그림 5에 제시되는 데 1/4 日, 1/6 日週潮의 에너지는 一部區間에서 增加 即 分潮의 振幅이 擴幅되며, 1/8 日, 1/10 日,

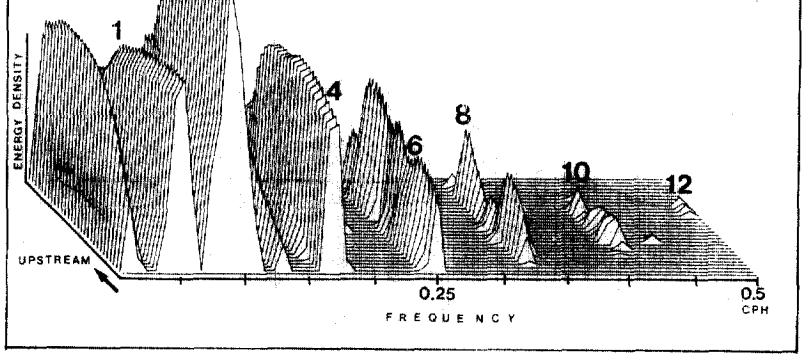


그림 5. 錦江感潮水位의 스펙트럼(1983 년 8 월, 上流流量條件이 50m³/sec 일 경우). 숫자 1, 2, 4…12 는 日週潮, 1/2 日週潮, 1/4 日週潮……1/12 日週潮를 나타냄

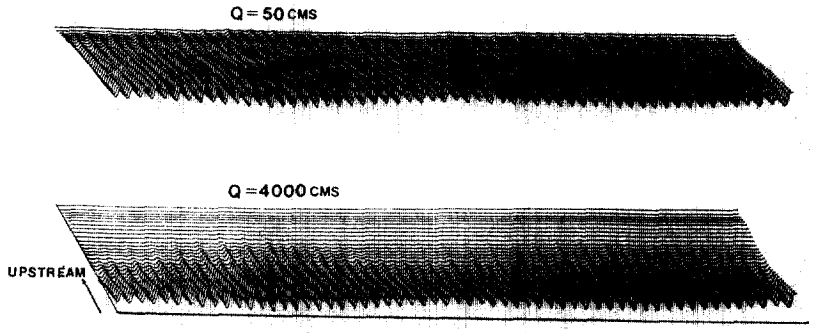
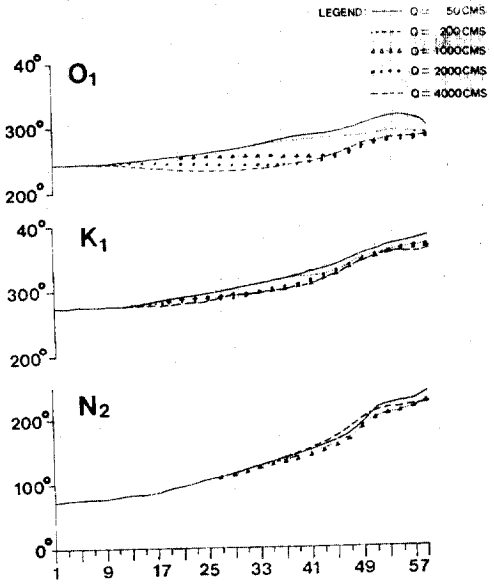


그림 6. 上流의 河川流量이 50, 4000m³/sec 일 境遇의 錦江河口潮汐의 傳播

1/12日週潮가 河口潮汐이 上流로 波及됨에 따라 새로이 感潮河川에서 發生되는 天文力에 의하지 않은 分潮임을 알 수 있다.

그림 6은 上流端의 河川流量條件이 50m³/sec인 低流量과 4,000m³/sec의 增加된 流量일 境



遇 算定水位의 全般的인 變化樣相을 플롯한 것인 데 增加된 河川流量에 의해 上流까지 波及되던 潮汐이 抑制(suppress)되는 潮汐과 河川流量의 相互作用이 視覺的으로 잘 提示되어 있다. 모형의 數値實驗에 의한 4境遇의 定常流量條件에 대한 每水位計算格子點에서 算定된 水位時系列은 調和分析法에 의해 調和常數(振幅, 局地遲角)를 求하여 變化樣相을 그림 7과 그림 8에 提示하였다. 勿論 上流端의 과도한 定常流量狀況은 實際狀況은 아니나 河川流量에 의한 感潮體系의 反應을 檢討한다는 觀點에서 意味있는 일이다. 그림 8에서 M_2 分潮의 倍潮인 M_4, M_6 分潮 및 淺海潮인 MS_4 分潮의 振幅이 一部區間에서 擴幅하는 結果는 表 1의 觀測潮位의 分析結果와 定性的인 一致를 보이는 데 分潮들은 河川流量의 增加에 따라 感潮區間全域에 걸쳐 振幅이 減少된다.

그러나 그림 7의 算定된 分潮의 局地的 遲角은 增加되는 河川流量에 대해서 主分潮(M_2, S_2, K_1, O_1)의 境遇 下流部에서는 큰 影響을 받지않으나 M_4, M_6 및 MS_4 分潮는 比較的 全區間에 걸

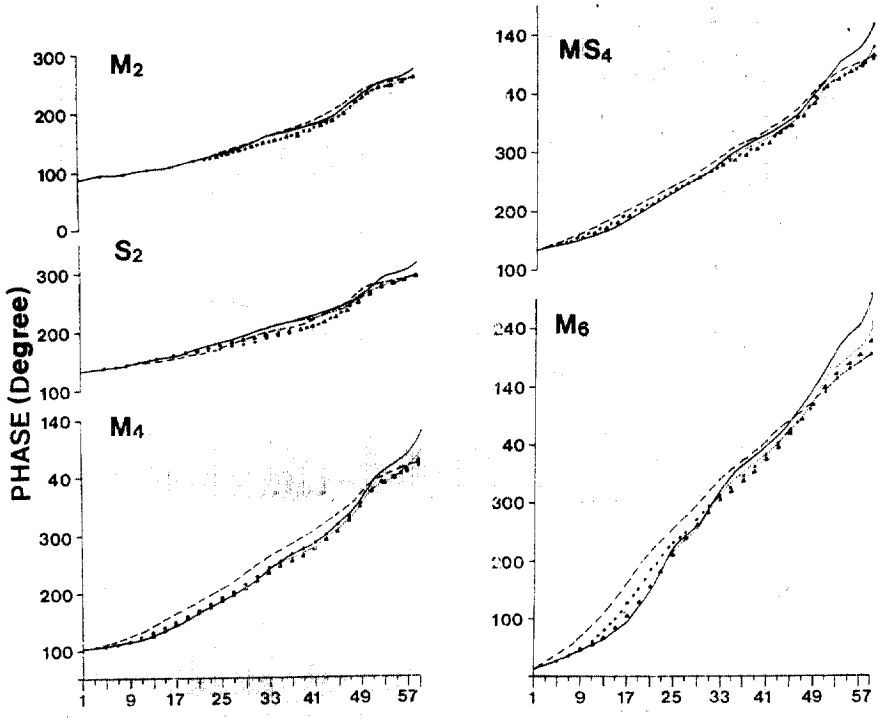


그림 7. 錦江感潮區間의 河川流量의 增加(50, 200, 1,000, 2,000, 4,000m³/sec)에 따른 主分潮의 位相의 變化

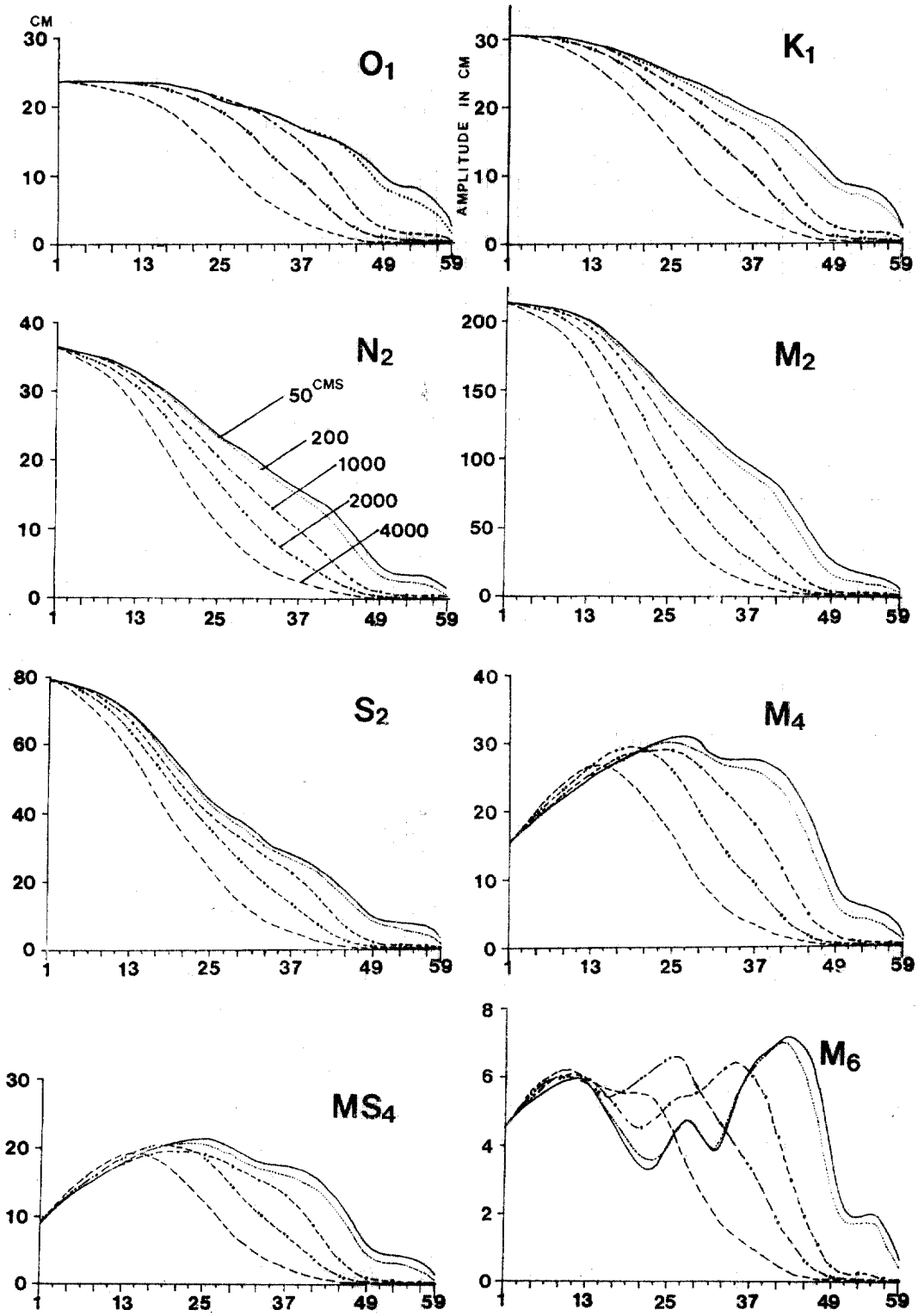


그림 8. 錦江感潮區間의 河川流量의 增加(50, 200, 1,000, 2,000, 4,000m³/sec)에 따른 主分潮의 振幅의 變化

表 2. 1983년 8月 期間의 玉浦, 江景의 관측치 및 모형실험 結果의 調和常數

玉浦 (Station 13)	O_1		K_1		M_2		S_2		M_4		MS_4		M_6	
	H	K	H	K	H	K	H	K	H	K	H	K	H	K
Observed	19.8	244.0	31.2	291.5	194.3	97.6	59.8	159.0	21.2	132.0	13.3	182.9	1.6	92.5
$Q=$ 50	23.5	250.4	29.5	279.4	200.1	101.1	69.0	150.6	25.0	125.9	18.2	167.5	5.8	64.4
$Q=$ 200	23.5	250.4	29.5	279.3	199.0	101.2	68.3	150.7	24.9	126.0	18.2	168.2	5.8	65.4
Q=1,000	23.7	249.5	29.3	278.9	195.0	101.7	66.3	151.2	25.3	127.8	17.9	171.9	5.9	68.2
Q=2,000	23.4	246.8	28.6	277.5	187.2	100.8	63.9	150.1	26.5	130.2	18.7	175.8	5.8	80.6
江景	O_1		K_1		M_2		S_2		M_4		MS_4		M_6	
	H	K	H	K	H	K	H	K	H	K	H	K	H	K
Observed	17.4	264.6	15.0	323.7	71.8	173.6	17.3	223.4	20.9	290.1	11.7	339.8	4.1	41.2
$Q=$ 50	15.5	287.8	17.4	324.7	81.6	176.1	23.8	223.3	25.4	284.4	16.0	331.4	7.0	35.4
$Q=$ 200	15.7	280.8	15.9	318.3	70.9	171.4	22.1	219.8	22.8	279.3	14.3	325.4	7.0	22.3
Q=1,000	10.3	253.4	11.0	306.5	32.3	164.7	14.9	205.8	11.5	276.7	9.0	317.3	4.2	14.8
Q=2,000	5.3	245.2	6.1	311.3	14.2	169.1	7.3	206.5	4.9	284.8	4.1	322.8	1.8	22.5

* H(cm), K(degree), Q(CMS)

쳐 影響을 받는다. 表 2는 1983년 8월의 玉浦와 江景의 實觀測値의 調和分析結果와 上流端의 河川流量別로 遂行된 모형實驗의 算定値의 調和常數를 數値的으로 提示한 것인데 前述된 대로 觀測値의 調和常數의 不安定性은 存在한다.

4. 모형실험結果와 Godin의 理論的 推論과의 比較

Godin[9]은 感潮區間을 潮汐에 의한 潮流成分 $u(t)$와 定常的 河川流量成分 u_0의 相對的 크기에 따라 下流域($u(t)\rangle\rangle\rangle u_0$), 中流部($u(t)\approx u_0$) 및 上流域($u(t)\langle\langle\langle u_0$)으로 나누었으며 河川流量狀況에 따라 세 領域에서의 潮汐傳播形態에 대한 다음과 같은 理論的 모형에 根據한 推論을 提示하였다.

1) 下流域은 低潮가 發生한 후 落潮가 시작되며 漲潮에 의해 高潮가 發生하는 데 摩擦影響에 의한 潮汐非線型이 優勢하다. 河川流量의 增加는 落潮時에 摩擦을 增加시켜 低潮의 到達時間을 遲延시키고 振幅을 減少시키는 反面 高潮의 傳播를 容易하게 하여 高潮의 到達時刻을 促進시키며 또한 水位를 上乘시킨다.

2) 上流로부터의 流量增加 및 小潮狀況은 上流域을 下流側으로 더 擴張시키고 反對로 流量減少와 大潮狀況은 下流域을 上流側으로 더 擴張시키는 바 中流部가 解析的으로 뚜렷하게 提示되기 보다는 上, 下流域의 中間形態이다.

3) 上流域의 條件 $u(t)\langle\langle\langle u_0$는 1次元 非線型潮汐方程式을 線型化시킬 수 있다. 이상과 같은 Godin의 解析的인 解에 의하면 上流域의 特性은 다음과 같다.

• 流量의 增加에 의해 振幅은 크게 減少되며 遲角(位相)은 상대적으로 작게 反應한다.

• 流量의 增加로 低潮到達時間은 빨라지고 高潮到達時間은 遲延된다.

• 一定流量條件의 大, 中, 小潮 變化週期에서 低潮到達時間은 大潮時에 비해 小潮時 더 빨라진다.

그림 9~그림 12는 모형에 의해 算定된 錦江感潮區間의 玉浦, 笠浦, 江景 및 반조원에서의 流量增加에 따른 水位變化를 提示하고 있다. 그림 9에서 觀測値는 모형算定値로부터 아래쪽으로 體系的으로 간격(offset)이 있는 데 이는 水位관측記錄의 펜位置誤差에 起因하는 것 같다.

그림 10은 感潮區間의 中流部에 해당하는 笠浦의 小潮時 流量增加로 인한 潮位變化樣相을 나타낸 것으로 流量이 增加할 때 振幅이 減少되고 低潮 및 高潮到達時間은 不規則하게 變化한다. 그림 11은 算定된 江景의 流量增加에 따른 小, 大潮時의 潮位變化로서 小潮時低潮 및 高潮

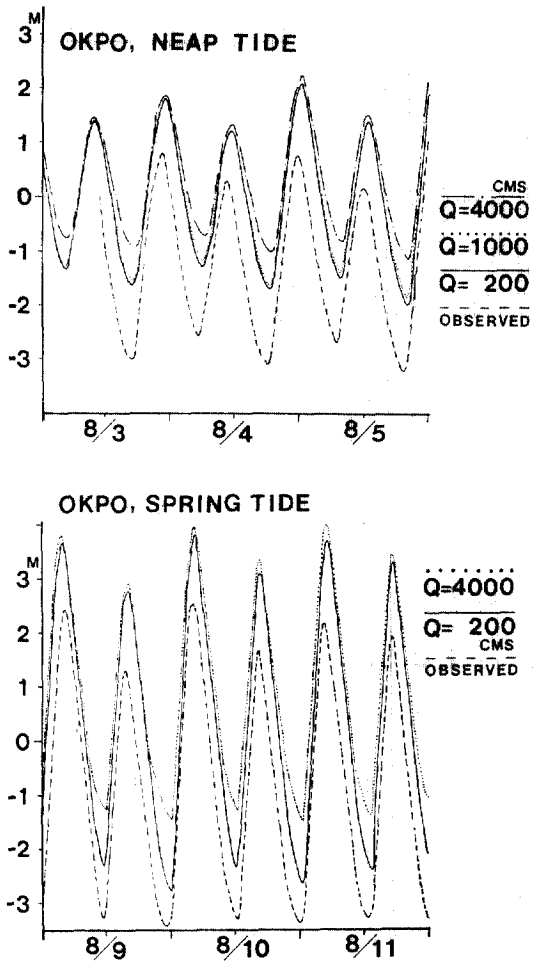


그림 9. 河川流量의 增加에 따른 小潮, 大潮時의 玉浦 水位의 變化

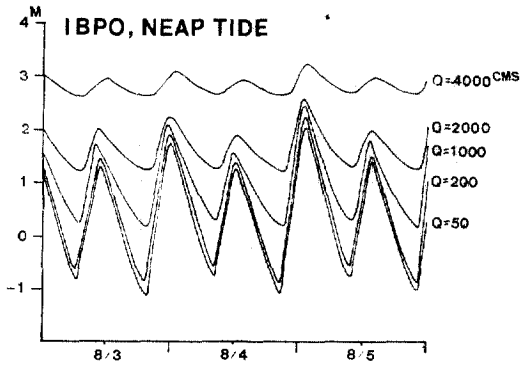


그림 10. 河川流量의 增加에 따른 小潮時의 笠浦水位의 變化

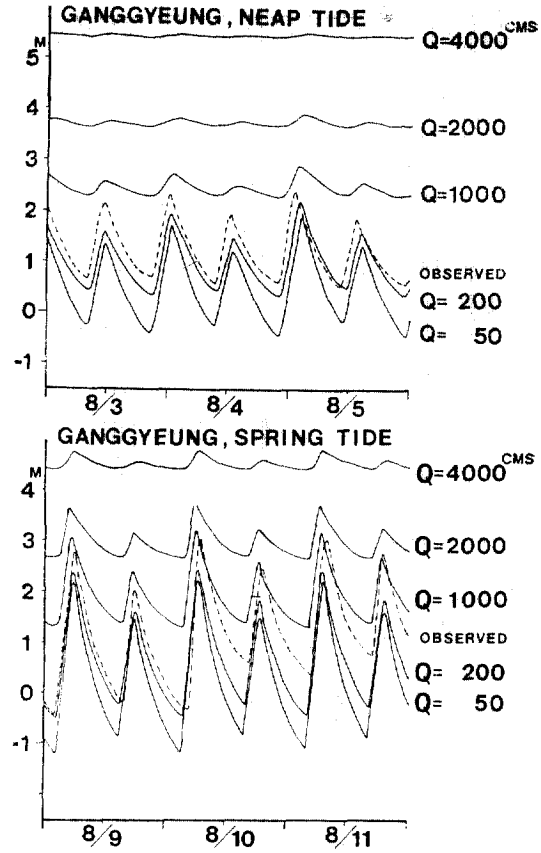


그림 11. 河川流量의 增加에 따른 小潮, 大潮時의 江景水位의 變化

到達時間의 變化는 笠浦의 경우와 같이 不規則하며 2,000m³/sec 보다 큰 流量은 潮汐의 이 位置까지의 波及을 抑制시킨다. 大潮時의 境遇 低潮到達時間은 2,000m³/sec 까지는 늦어지나 4,000m³/sec 에서는 빨라지며 高潮到達時間은 그 反對다. 그림 12는 上流域에 該當하는 頒詔院에서의 算定結果로서 小潮時 1,000m³/sec 보다 큰 流量, 大潮時 2,000m³/sec 보다 큰 流量에서는 潮汐이 傳播되지 않는다. 流量增加로 인하여 小潮時와 大潮時의 低潮到達時間은 빨라지고 高潮到達時間은 늦어지며 各 流量別로 低潮到達時間은 小潮時가 大潮時보다 빠르며 高潮到達時間은 大潮時가 빠르다. 表 3은 上記 그림들에서의 上流域의 頒詔院, 下流域의 玉浦, 中間領域의 江景에서의 流量의 增加에 따른 低潮 및 高

表 3. 河川流量의 增加에 따른 玉浦, 江景, 頒詔院에서의 低, 高潮 到達時間의 變化

玉浦의 小潮狀況 (h: hour, m: minute)

Discharge \ Date	LW 8/3	LW 8/4		LW 8/5		HW 8/3		HW 8/4		HW 8/5
50m³/s	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
200m³/s	7h10m	7h	7h	7h	7h30m	5h	6h	5h30m	6h10m	5h10m
1,000m³/s	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
2,000m³/s	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
4,000m³/s	7h50m	7h45m	7h30m	7h20m	8h	4h40m	5h20m	4h40m	5h40m	4h40m

玉浦의 大潮狀況

Discharge \ Date	LW 8/9	LW 8/10		LW 8/11		HW 8/9		HW 8/10		HW 8/11
50m³/s	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
200m³/s	8h	8h	7h30m	8h	8h	4h30m	4h	5h	4h30m	4h
1,000m³/s	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
2,000m³/s	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
4,000m³/s	8h30m	8h	8h30m	8h30m	8h30m	4h	4h	3h30m	4h	4h

江景의 小潮狀況

Discharge \ Date	LW 8/3	LW 8/4		LW 8/5		HW 8/3		HW 8/4		HW 8/5
50m³/s	9h	9h	9h	8h30m	9h	3h30m	4h	3h30m	4h	3h30m
200m³/s	9h30m	9h10m	9h30m	9h30m	9h	3h	3h30m	3h	3h30m	3h
1,000m³/s	10h	9h30m	9h	9h30m	8h30m	2h30m	3h	3h30m	3h	3h30m
2,000m³/s	8h30m	8h30m	8h	9h	8h	4h30m	4h30m	4h	4h	3h30m
4,000m³/s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

江景의 大潮狀況

Discharge \ Date	LW 8/9		LW 8/10		LW 8/11	HW 8/9		HW 8/10		HW 8/11
50m³/s	9h	9h20m	9h	9h	9h	3h30m	3h	3h30m	3h30m	3h
200m³/s	9h30m	9h30m	9h20m	9h30m	9h30m	3h20m	3h	3h	3h	2h50m
1,000m³/s	9h40m	10h	10h	10h	10h	3h10m	3h10m	2h20m	2h20m	2h10m
2,000m³/s	10h30m	10h	10h30m	10h	10h30m	2h40m	2h10m	2h	2h20m	2h
4,000m³/s	9h30m	9h	10h	9h	9h	3h30m	3h	3h30m	3h30m	3h

頒詔院의 小潮狀況

Discharge \ Date	LW 8/3	LW 8/4		LW 8/5		HW 8/3	HW 8/4		HW 8/5	
50m³/s	10h30m	9h40m	10h30m	10h	·	3h	2h30m	2h30m	2h40m	2h30m
200m³/s	9h	9h20m	9h30m	9h30m	·	3h	3h40m	3h	3h	3h30m
1,000m³/s	9h	9h	9h	9h	·	4h	4h	5h	3h	4h
2,000m³/s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,000m³/s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Discharge \ Date	LW 8/9	LW 8/10		LW 8/11		HW 8/9		HW 8/10		HW 8/11
50m³/s	10h	10h30m	10h	10h10m	10h	2h40m	1h30m	2h50m	2h30m	2h10m
200m³/s	11h	10h30m	10h30m	10h40m	10h30m	2h	1h	2h30m	1h40m	2h
1,000m³/s	10h30m	10h	10h20m	10h	10h	2h30m	2h	2h30m	2h	2h10m
2,000m³/s	9h40m	8h30m	10h10m	9h40m	9h30m	3h	3h20m	3h	2h30m	2h40m
4,000m³/s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

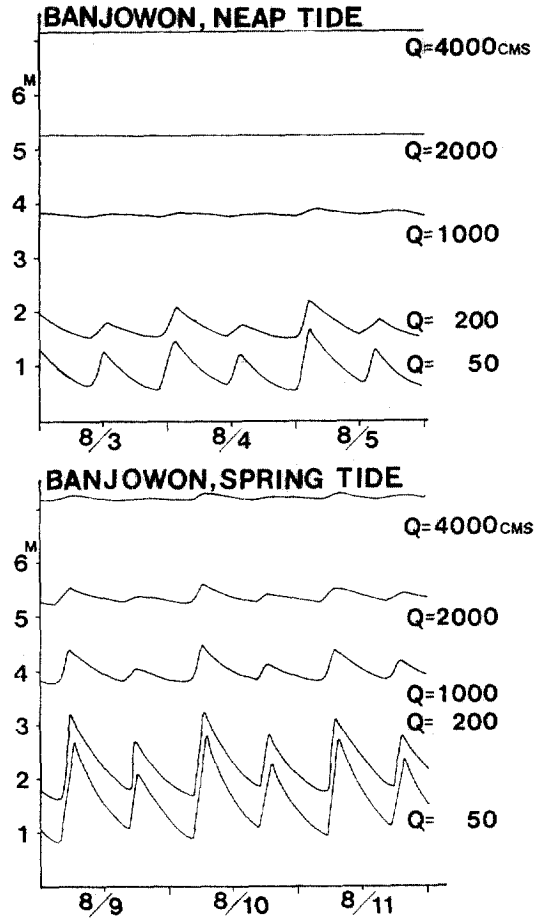


그림 12. 河川流量의 增加에 따른 小潮, 大潮時의 頌詔院의 水位變化

潮의 到達時間을 提示하는 데 모형結果가 前述된 Godin의 推論과 一致함을 數値的으로 보여준다.

5. 結 論

1次元 動水力學的 모형에 의해 河川流量의 增加와 錦江感潮體系와의 反應關係를 調査하였다. 河川流量의 增加에 따른 潮汐現象의 變化는 感潮區間의 下流域에서 高潮到達時間을 促進시키고 低潮到達時間을 遲延시키나 上流域에서는 反對로 되었다. 또한 一定 河川流量條件에서 上流域에서 小潮時의 低潮到達時間이 大潮時 低潮到達時間보다 빨라지는 일련의 모형의 算定結果들은 Godin의 理論的 推論을 잘 支持하였다. 이러한 錦江感潮區間의 潮汐水理를 糾明하는 硏究가 비로소 시작되는 段階에서 不遠間 河口둑이 完工되어 더 이상의 硏究의 進展이 어려우나 過去의 感潮記錄들을 整然하게 編輯하여 貴重한 地球物理學的 時系列資料로서 保管할 必要가 切實하다.

參 考 文 獻

1. 崔秉昊, 安元植, "錦江感潮區間의 潮汐傳播", 大韓土木學會誌, 第 18 卷 第 1 號, 1985.
2. 崔秉昊, 安元植, 金鎔潤, "우리나라 主要感潮河川에서의 보름週期水位變化", 大韓土木學會論文集, 第 5 卷 第 3 號, 1985.
3. LeBlond, P.H., "On the tidal propagation in shallow rivers," *Journal of Geophysical Research*, Vol. 83, No. C9, 1978.
4. 朝鮮總督府 ; 朝鮮河川調査書, 全 3 卷, 1926.
5. Godin, G., "Eight years of observations on the water level at Quebec and Grondines 1962~1969; Part 1-Analysis of tidal signal," *Department of Environment, Fisheries and Marine Service*, MS report No. 31, Ottawa, 1973.
6. Murray, M.T., "*Tidal analysis with an electric digital computer*," Cashiers Oceanog., 1963.
7. Dronkers, J.J., "*Tidal computations for rivers*

and coastal waters," North-Holland, 1964.

8. Harleman, D.R.F. and Lee, C.H., "The computation of tides and currents in estuaries and canals," *Technical Bulletin* No. 16, Committee on Tidal Hydraulics, U.S. Army Corps of Engineers, 1969.
9. Godin, G., "Modification of river tidees by the discharge," *Journal of Waterways, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE*, Vol. 3, No. 2, 1985.

(接受 : 1987. 5. 12)