

淺水灣의 갯골 形態에 對한 計量的分析

朴 東 源
柳 根 培

《 目 次 》

1. 序 論

- (1) 研究의 目的과 方法
- (2) 研究地域의 概況

2. 本 論

- (1) Strahler 方式에 依한 갯골次數의 體系
- (2) Hydraulic geometry

3. 要約 및 結論

1. 序 論

(1) 研究의 目的과 方法

忠南 瑞山郡 浮石面의 淺水灣岸 一帶에는 넓은 干潟地가 形成되어 있으며 이 干潟地에는 갯골들이 매우 稠密하게 發達되어 있다. 갯골은 潮流의 通路로서 干潟地의 形成과 密接히 關聯되어 있으므로 干潟地의 特性 決定에 있어서 重要한 역할을 한다. 따라서 갯골에 對한 철저한 研究없이는 干拓을 效果的으로 할수 없음은 물론이다.

本 論文에서는 淺水灣 一帶의 갯골의 形態의 特性을 研究하기 위하여 現河川이나 舊河川에 依해서 影響을 전혀 받지 않고 生成되었다고 생각되는 갯골만 發達되어 있는 瑞山郡 浮石面 倉里와 看月島里사이의 갯골들을 調查의 對象으로 삼았다. 이 갯골들의 形態의 特性을 計量的으로 調查하고 外國에서의 調查結果와 比較하였으며 나아가 河川의 形態와는 어떤 차이를 나타 내는 가를 규명하였다.

그리고 研究地域에서 代表的인 6個의 갯골流域을 擇하여 計量的인 分析을 하고 그 結果를 比較 考察하였다. 干潟地의 堆積物 特性에 對해서는 朴東源¹⁾의 研究結果를 그대로 利用하였다.

本 研究를 爲해서 1:2,500의 航空寫眞과 1:25,000의 地形圖를 使用하였다.

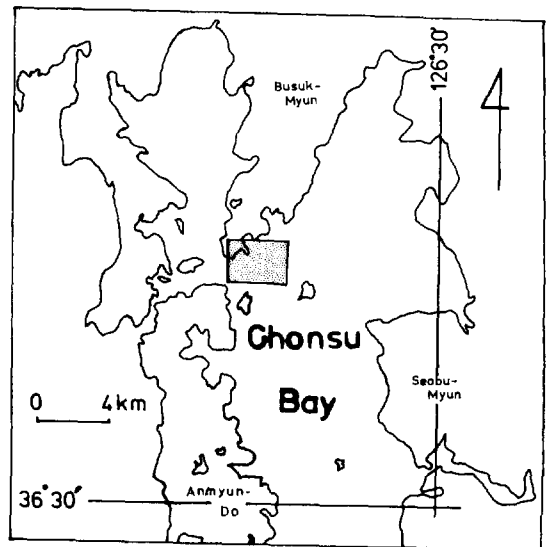


Fig. 1. Location of Study Area

1) 朴東源, 1977, “遠隔探查方法에 依한 淺水灣 干潟地 地形研究”, 地理學, 15 號, pp.1-15.

(2) 研究地域의 概況

本 研究地域의 總面積은 약 10km² 이며 西端은 平均海面에서의 水深 11 m 以上되는 灣底에 依해서 경계지워지고 東端은 干潟地로서 연속된다(그림 1).

調査地域의 基盤岩에는 節理가 稠密하게 發達되어 있으며 이 節理에 따라 風化가 심하게 일어나고 있다.

모래 以上の 粗粒質 堆積物의 含量이 比較的 많으며 淺水灣의 東便海岸에 比하여 silt 와 clay 의 含量은 적은 便이다.²⁾

이 地域의 潮汐干滿의 差에 對해서는 調査된 것이 없으므로 引用할 수 없으나 群山의 潮汐記錄은 있으므로 이를 利用하여 淺水灣 남쪽 사장포의 潮汐을 推定하여 볼 수 있는 바³⁾ 그 値는 다음과 같다.

표 1. 群山의 年平均 潮汐干滿의 差

1975	1976	1977	1978	1979
338, 23 cm	334, 96	329, 37	329, 34	330, 95

資料 ; 交通部 水路局

또 交通部 水路局의 資料에 依하면 群山에서 月 平均 潮汐干滿의 差는 6, 7, 8, 9월이 年中 다른 달에 比하여 높은데, 이 傾向은 淺水灣에서도 同 하다고 생각 된다.

2. 本 論

갯골의 形態를 計量的으로 分析할 수 있는 方法은 Gravelius, Horton, Strahler, Scheidegger, Shreve, Woldenburg 등 여러 사람들에 依해서 發表되었으나⁴⁾ 各各 長短點을 가지고 있다.

本 研究에서는 上記 여러 사람의 方法을 比較해 본 결과 Strahler 의 河川次數方式이 보다 적당하고 Leopold, Maddock, Woldenburg 등이 使用한 power function에 依한 parameter 를 求하는 方式이 갯골의 形態를 理解하는데 보다 有利하다고 생각되어 이들의 方式을 擇하였다.

갯골의 形態에 對한 研究은 아직 우리나라에서는 發表된 적이 없고 外國에서도 Myrick, Redfield, Dury 등⁵⁾에 依해서 行해진 研究가 있을 뿐이다.

(1) Strahler 方式에 依한 갯골 次數의 體系

Strahler 의 次數體系를 利用하여 測定한 次數別 갯골수와 갯골길이는 Table 1과 같다(Fig 2). 이 資料를 回歸分析하면,

Network I : 갯골수

$$Y = -0.6093 X + 3.673$$

$$Y_1 = 1.32 \times 10^{-5}$$

갯골길이

$$Y = 0.259 X + 1.308$$

$$Y_1 = 7 \times 10^{-4}$$

Network II : 갯골수

2) 朴東源, 1977, 前揭書.

3) 사장포의 推定 潮汐干滿의 差는 現在 精確히 計算할수 없으나 交通部 水路局의 資料에 依하면 群山의 値 보다 약 100 cm 높다고 생각 된다.

4) Gregory, K.J., & D.E. Walling, 1973, *Drainage basin, form and process*, Arnold, pp. 94-183. Woldenberg, M., 1972, "Relations between Horton's laws and hydraulic geometry as applied to tidal networks," *Harvard Papers in Theoretical Geography*, Pap. No.45, pp. 1-39.

5) Myrick, R.M., and L.Leopold, 1963, "Hydraulic geometry of a small tidal estuary", *U.S.Geol. Sur vey. Prof. Pap.* 422B.

Redfield, A.C., 1965, "Ontogeny of a salt marsh estuary," *Science*, v.147, pp.50-55.

Dury, G.H., 1971, "Channel characteristics in a meandering tidal channel: Crooked River, Florida," *Geografiska Annaler*, v.53A, pp.188-197.

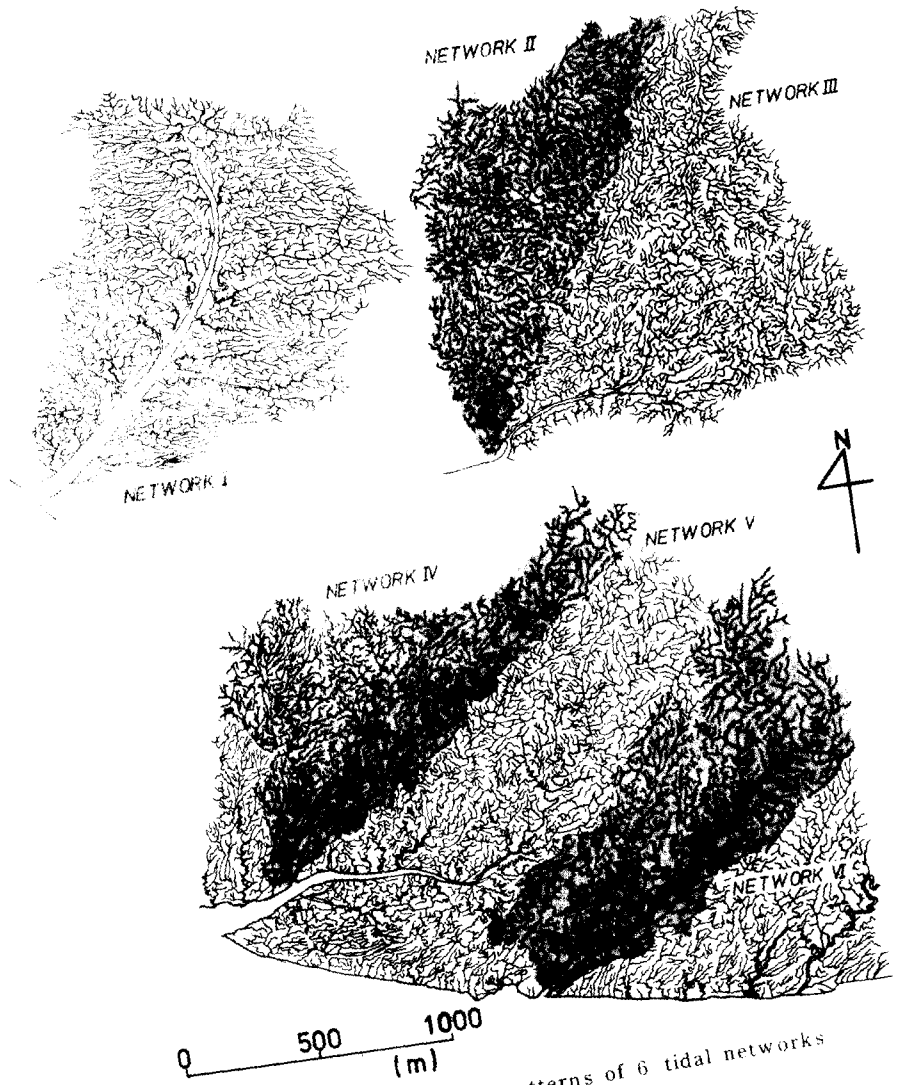


Fig. 2. Drainage patterns of 6 tidal networks

$$Y = 0.588 \times + 3.413$$

$$Y_r = - 0.118$$

갯골길이

$$Y' = 0.294 \times + 1.224$$

$$Y'_r = 4.4 \times 10^{-3}$$

Network III : 갯골수

$$Y = - 0.617 \times + 3.627$$

$$Y_r = 0.220$$

갯골길이

$$Y' = 0.266 \times + 1.294$$

Network IV : 갯골수

$$Y_r = 10^{-3}$$

$$Y = 0.600 \times + 3.4$$

$$Y_r = 0.2636$$

갯골길이

$$Y' = 0.331 \times + 1.2$$

$$Y'_r = - 1.3 \times 10^{-3}$$

Network V : 갯골수

$$Y = - 0.600 \times +$$

$$Y_r = 1.1 \times 10^{-3}$$

Table 1. The numbers and mean lengths of tidal creeks (Strahler's System)

Network Order	I		II		III		IV		V		VI	
	number	mean length (m)	number	mean length (m)	number	mean length (m)	number	mean length (m)	number	mean length (m)	number	mean length (m)
1	1104	45.78	635	35.35	1003	37.24	813	34.33	683	67.25	572	83.73
2	288	54.60	189	59.52	274	60.22	201	63.37	200	110.64	146	178.35
3	69	69.71	50	102.50	63	92.46	55	110.45	52	168.37	33	280.88
4	20	87.08	11	327.27	12	295.83	6	204.17	8	240.63	5	339.05
5	4	81.41	2	537.50	3	816.67	3	666.67	2	1362.50	2	457.1
6	1	117.12	1	850.00	1	450.00	1	550.00	1	375.00	1	463.00

갯골길이

$$Y' = 0.222 \times X + 1.619$$

$$Y'' = -3.3 \times 10^{-3}$$

Network VI: 갯골수

$$Y = -0.570 \times X + 3.260$$

$$Y' = -2.9 \times 10^{-3}$$

갯골길이

$$Y' = -0.02 \times X + 1.8024$$

$$Y'' = -0.0255$$

와 같은 함수로 나타나는 데, 이때 Y는 갯골數에 代數를 취한 것이고 Y'는 갯골 길이에 代數를 취한 값이며 X는 次數이다. 이들 함수는 Fig. 3, Fig. 4에서 보는바와 같이 直線인 回歸線으로 圖示된다.

여기에서 갯골數의 回歸線은 河川에서 처럼 幾何級數의 負增加를 하지만 갯골의 길이는 Y'值가 상대적으로 크게 나타나 幾何級數的 增加를 하지 못한다. 특히 Network VI의 경우에는 負의 傾向(negative exponential form)을 나타내고 있어서 河川의 경우와는 反對이다. 이와같은 現象은 Network I과 VI의 高次數 갯골이 다른 Network의 그것보다 不完全하다는 事實을 나타내지만 다른 갯골에 있어서도 回歸線의 기울기가 河系網의 그것보다 훨씬 완만하므로 이러한 特性이 바로 河系網과 갯골網의 差異를 만들어 내는

要因이라 생각 된다.

(2) Hydraulic geometry

1:2,500의 航空寫眞에서 各 Network중 主流를 찾아내어 그 主流의 6個 地點에서 幅을 測定하고 이렇게 求한 幅과 Woldenberg의 M值(Strahler의 一次 河川數)의 回歸方程式(Table 3) 그리고 갯골 次數와 갯골數의 回歸方程式으로부터 Rb(分岐率)와 Rw(幅率)을 구했다. 이렇게 구한 hydraulic parameter는 Network I의 경우 다음과 같다.

$$W = 0.4693 (M)^{0.6439}$$

$$r^2 = 99.98$$

$$Nu = 1158.3327 (4.066)^{1-U}$$

$$r^2 = 99.82, Rb = 4, 066$$

但: W : 갯골의 길이

N : u 번째 次數의 갯골數

U : 次數

M : 幅을 測定한 地點보다 上流에 있는 1次 갯골의 數

여기에서 Woldenberg의 K值는 다음과 같이 求해 진다.

$$K = \log Rw / \log Rb = 0.6439$$

$$\text{但 } \log Rb = 0.6091$$

$$\log Rw = 0.3922$$

$$\text{따라서 } Rw/Rb = 0.6065$$

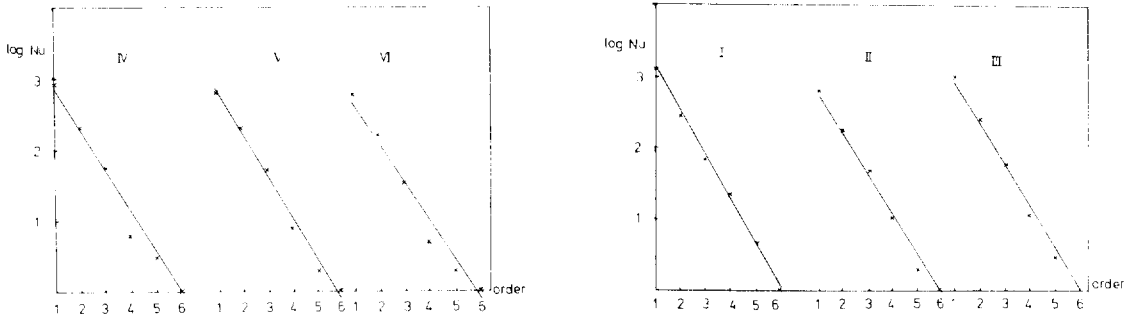


Fig 3. Numbers of tidal creeks in each order, which are plotted against order. (strahler's system)

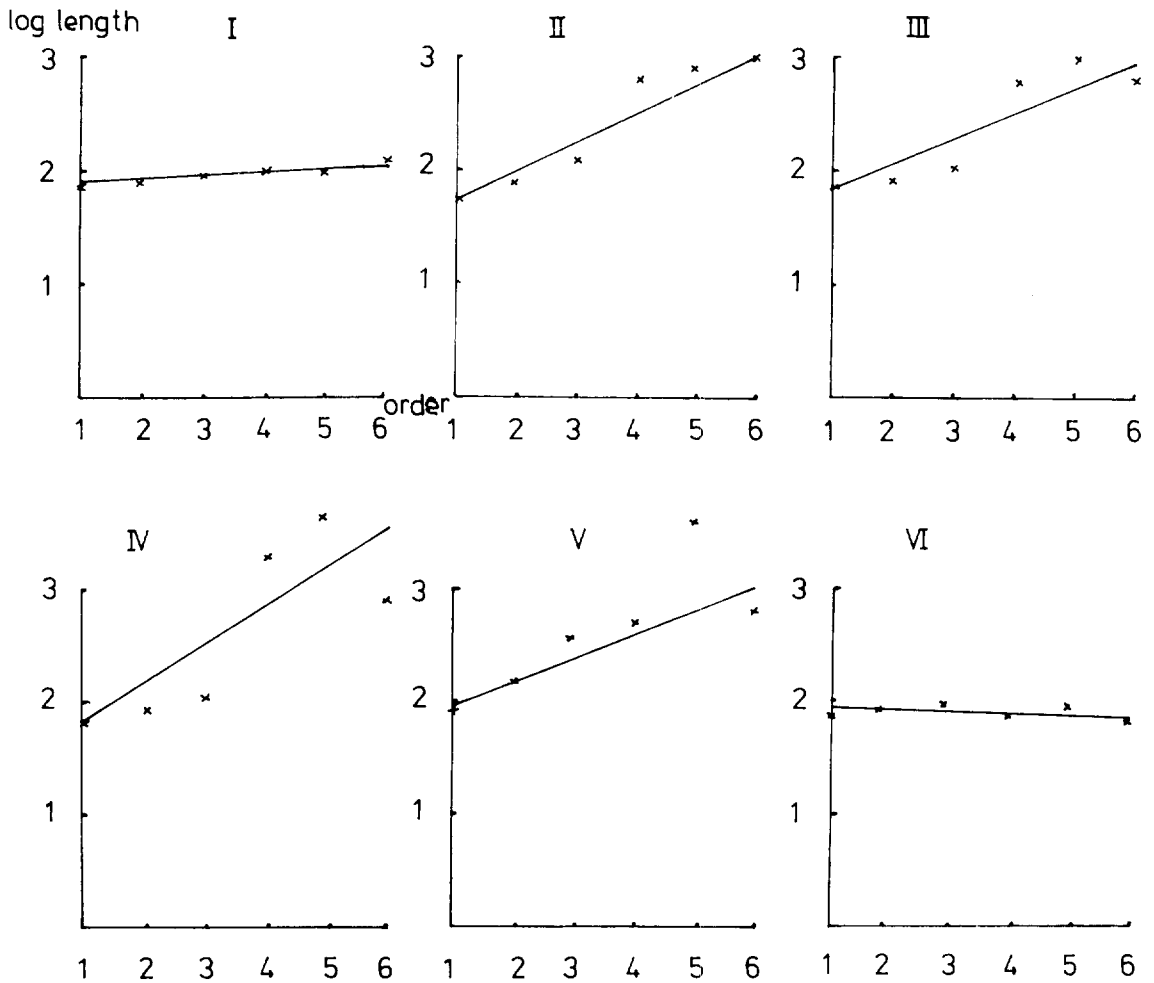


Fig 4. Mean length of tidal creeks of each order (cumulative) which is plotted against order. (strahler's system)

이와같은 方法으로 計算된 network의 K值를 구해 보면 Network I의 경우는 같이 K值는 0.6439이다. 다시 말하면 本 研究地域에서의 network 사이의 差異는 없는 것임을 알 수 있다.

지금까지 發表된 河系網에서의 Rw/Rb 의 値는 ~ 0.5 이며 estuary 7)에서는 ~ 0.7 로 보고되어 있다.⁸⁾

그러나 Table 2에서 볼수 있는 바와같이 Network I과 II는 ~ 0.6 , Network IV와 V는 ~ 0.5 로 본 연구지역에기는 Rw/Rb 의 値가 0.5 \sim 0.6 정도이다. 이 數値를 河系網에서 調査한 値보다는 크지만 estuary의 値보다는 작다. 따라서 갯골에서의 Rw/Rb 値는 河川과 estuary의 中間値를 나타낸다고 볼 수 있을 것이다. 그러나 본 調査地域의 Rw/Rb 의 値가 estuary 보다는 河川에 보다 近似하므로 Langbein의 m, f, b 値를 求하기 위하여 그의 河川 model 계수를 利用하는 것이 보다 타당하다. Langbein⁹⁾의 河川 model 係數를 利用하여서 求한 本 調査地域내의 갯골의 特性¹⁰⁾은 Table 2와 같다.

그리고 本 갯골의 特性을 河川 및 外國의 갯골

의 特性과 比較하기 위하여 Langbein 등이 調査한 結果를 要約하면 Table 3과 같다.

Table 2와 Table 3을 比較하여 보면 b 値는 갯골이 河川보다 낮고 f 値와 m 値는 갯골이 河川보다 一般적으로 높으며 K 値는 갯골과 河川에서 큰 差異가 없음을 알 수 있다. 따라서 전체적으로 보았을 때에는 갯골과 河川의 形態的 特性은 區別된다고 할 수 있다. 갯골과 estuary를 比較하기 위해서는 estuary의 資料가 있어야 되는데 아직 河川에서 처럼 具體的인 資料가 만들어져 있지 않기 때문에 Rw/Rb 値 以外에는 比較할 수 없는 實情이다.

外國의 갯골에 對해서는 Leopold, Redfield Dury 등이 調査한바 있는데 (Table 3, B 참조) 그들이 調査한 b, f, m 値는 본 調査地域의 갯골의 b, f, m 値와는 상당한 차이를 나타낸다. 이는 그들이 調査한 갯골이 筆者들이 調査한 갯골과는 그 形態에 있어서 큰 差異가 나기 때문이다. 따라서 相異한 環境下에서 生成된 갯골거리의 形態의 比較는 그 地域의 地形發達을 아는데에는 크게 도움을 주지 못한다고 할 수 있다.

- 7) estuary는 Gely에依해서 다음과 같이 정의 되어 있다. "Estuaries are characterized by elongated tidal catchment areas little wider than the channel itself, with tidal stream length much greater in relation to catchment area than in the case of either wadden streams or rivers; estuaries have additional land catchment area, normally greater than their tidal area. Estuaries are the tide influenced mouths of rivers."
- Geyl, W.F., 1968, "Hydraulic geometry and morphometry of tidal streams in the Netherlands," Paper presented to Institute of Australian geographers, Melbourne, Copies of mimeo available from W.F. Geyl, Univ. of New Castle.
- 8) Horton, R.E., 1945, "Erosional development of streams and their drainage basins : hydrophysical approach to quantitative morphology," *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 56, pp.275-370.
- Langbein, W.B., 1963, "The hydraulic geometry of a shallow estuary," *Bull. Int. Ass. Scientific Hydrology*, v.8. No. 3, pp.84-94.
- Langbein, W.B., 1964, "Geometry of river channels," *Proc. Hydraul. Div., Am. Soc. Civil Eng.*, V.Go, No. HyZ, pp.301-312.
- Langbein, W.B., 1966, "River geometry: minimum variance adjustment," in A.E. Scheidegger & W.B. Langbein, 1966, "Probability concepts in geomorphology," *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 500c.
- Leopold, L.B., & T. Maddock, 1953, "The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications," *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 252.
- Leopold, L.B. & J.P. Miller, 1956, "Ephemeral streams-hydraulic factors and their relation to the drainage net," *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 282A.
- 9) Langbein, 1966. 前掲書.
- 10) Rq(流量率), Rd(深率), Rv(流速率), Rb(分岐率), Rh(傾斜率)

Table 2. Quantitative characteristics of the drainage patterns of the tidal creeks

	Network I	Network J, III	Network IV, V
log Rw	0.3922	0.3654	0.2916
log Rb	0.6091	0.6044	0.5996
log Q	0.7844	0.7308	0.5832
log Rd	0.2981	0.2777	0.2216
log Rv	0.0941	0.0438	0.0700
log Rw/log Rb	0.6439	0.6047	0.4864
Rw/Rb	0.6065	0.5670	0.4921
b = log Rw/log Q	0.50	0.50	0.50
f = log Rd/log Q	0.38	0.38	0.38
m = log Rv/log Q	0.12	0.12	0.12
z = log Rh/log Rq	-0.55	-0.55	-0.55

※ b,f,m,z 는 Langbein 이 개발한 河川 model 계수에 따라 계산한 것임.

Table 3. Theoretical values and measured values on the characteristics of the drainage patterns of freshwater streams and tidal creeks

A. (freshwater streams)

	Leopold & Langbein (1962) (理論)	Langbein (1964) (理論)	Langbein (1966) (理論)	Leopold & Maddock (1953) (實測)	Stahl & Yang (1970) (實測)
b	0.55	0.53	0.50	0.50	0.51
f	0.36	0.37	0.38	0.40	0.35
m	0.09	0.10	0.12	0.10	0.14
z	-0.74	-0.73	-0.55	-0.49	

B. tidal creeks

	Myrick et al (1963) (理論)	Redfield (1965) (實測)	Dury (1971) (實測)
b	0.0455	0.09	
f	0.2273	0.17	0.24
m	0.7273	0.74	0.78

Table 2에 依하면 調查地域內의 갯골의 分岐率 (Rb)은 ~4.0인데 이 數値는 우리나라 榮山江 流域에서 鄭璋鎬¹¹⁾가 測定한 4.23(回歸分析值)이나 Woldenberg가 美國內의 主要河川에서 調査한 平均 4.5¹²⁾보다는 낮은 값이다. 그러나 上記한 Woldenberg가 美國의 Spring Creek에서 조사한 estuary의 值, 3.3806보다는 높은 값을 나타낸다.

이와같은 現象은 갯골이 河川과 estuary의 漸移的 特性을 가지고 있음을 意味한다고 생각된다.

3. 要約 및 結論

忠南 瑞山郡 浮石面 倉里와 看月島里사이 (淺水灣)의 갯골 形態를 Horton-Strahler 方式과 Woldenburg 등이 開發한 方式을 利用하여 計量的으로 分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻

을수 있었다.

(1) 次數에 따른 갯골수는 負幾何級數的 增加現象을 나타내지만 갯골의 길이는 幾何級數的인 變化를 하지 않는다. 즉 갯골수는 河川과 비슷한 形態의 特性을 가지고 있으나 갯골의 길이는 그러하지 않다.

(2) 指數函數를 利用하여 研究地域의 Rw/Rb 의 值를 調査하여 보면 그 值는 0.5~0.6 으로서 河川의 值와 estuary 值의 中間 值를 나타낸다. 그러나 estuary 值보다는 河川의 值에 더 近似하다.

(3) 分岐率은 ~4.0 으로서 河川보다는 낮고 estuary 보다는 높다. 이 現象도 갯골이 淡水河川과 estuary의 漸移的 特性을 가지고 있음을 意味하는 것이다.

(4) 以上과 같은 調査 結果 調查地域의 갯골의 形態는 淡水河川과 estuary의 中間의 形態임을 알 수 있다.

(서울大 社會大 助教授)

(서울大 大學生)

11) 鄭璋鎬, 1979, "榮山江 流域 河系網 發達の 定量的 分析," 盧道陽博士古稀 紀念文集, pp. 175-192.

12) Woldenberg, et al, 前掲書 4).

A Quantitative Analysis of the Patterns of the Tidal Creeks of the Chonsu-Bay, South Korea

Dong Won Park*
Keun Bai You

Summary

Authors intend to analyse the patterns of the tidal creeks of the 6 tidal networks (basins) of the Chonsu-Bay, Chungchong Nam-Do, South Korea and compare it with those of fresh water and estuary networks.

These studied tidal creeks are not influenced directly by any of the present or past fluvial system and flow over the inter-tidal sandy sediments. The tidal height of the study area is estimated to be ca. 4.5m (mean annual tidal height). The ground rock is composed of pre-cambrian schist which has very densely developed joints. However, these joints are supposed not to affect the patterns of the tidal creeks.

We conducted a quantitative analysis of the channel numbers and channel lengths according to the ordering system proposed by A.N. Strahler and the hydraulic geometry proposed by Langbein and Madock et al..

The numbers of the tidal creeks in each order, plotted against order, produce a straight-line regression of negative exponential form as those of the streams in general. However, the mean lengths of the tidal creeks of each order (cumulative), plotted against order, produce a straight-line regression of very slight positive exponential forms or rather slight negative exponential forms (in network VI) contrary to the streams.

We also measured the R_w/R_b values of the tidal creeks, which amounts to 0.5 ~ 0.6. This value lies in between the values of the fresh water streams and estuaries, though this value is slightly closer to that of streams. The R_b (bifurcation ratio) approaches to 4.0 which also lies between that of fresh water streams and estuaries.

All the above facts indicate that the patterns of the tidal creeks are just transitional between the fresh water streams and the estuaries.

Geography, Korean Geographical Society, 22, pp. 1-9, 1980.

* Seoul Nat. Univ.