

漢江河口の汽水域類型에 關한 研究*

鄭 英 昊·沈 載 亨

(서울大學校 文理科大學 植物學科)

A Study on the Brackish Water Type of the Han River Estuary*

CHUNG, Yung Ho and Jae Hyung SHIM

(Dept. of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

To clarify the types of brackish region of the Han River Estuary, this research was carried out, and the results obtained on the basis of salinities and phytoplankton are as follows:

1. Geomorphologically, the Han River Estuary is the drowned river valley type.
2. According to the Venice System, the estuarine extent is defined from the lower point of Jollyu-ri to Palmi Island. As a whole the estuarine region is mixo-haline including parts from oligo-haline to poly-haline.
3. In standpont of phytoplankton frequency, the frequency of fresh-water species is high in the upper region of estuary and that of marine species is high in the lower region. The rate of frequency of fresh-water species is inversely proportionate to that of marine species. The area mixedby marine and fresh-water speciesis over estuarine boundary.
4. The frequency of some typical brackish species is very low and almost similar in the whole region.

緒 論

河口的 感潮水域은 人類의 文化發祥과 더불어 人間과는 가장 오랫동안 밀접한 관계를 맺고 있는 自然環境의 하나이나, 그것이 지니고 있는 生物學的 重要性이 擡頭된 것은 近來의 일이다.

河口는 內陸水에 의해 流入되는 풍부한 營養物質과 海水 및 淡水의 자유로운 結合으로 생기는 多樣的 環境要因等으로 해서 生物學的 生産性이라는 觀點에서는 다른 어떤 環境보다도 重要的 意味를 지니고 있다. 따라서 이 分野에 있어서 先進諸國에서는 河口に 대한 研究가 多角的인 面으로 이미 매우 活發하게 進行되어 있거니와 그 研究資料를 活用하여 河口를 開發하는 問題에 들어가고 있는데 反해 우리나라에서는 河口に 關한 研究가 거의 없는 실정인어서 시급히 促求되어야 할 課題가 아닐 수 없다.

著者等은 1965年 以來 河川의 生物學的 基礎研究로서 漢江의 microflora를 糾明하는 研究에 從事하여 왔는데, 1965年 5月부터 9月까지 杳州에서, 1967年 4月부터 1968年 5月까지 江華島를 中心으

* This research was performed with the financial assistance of the Korean National Committee/PM for the IBP, 1968 and with a grant for the encouragement of national sciences, the Dong-A Ilbo, 1969.

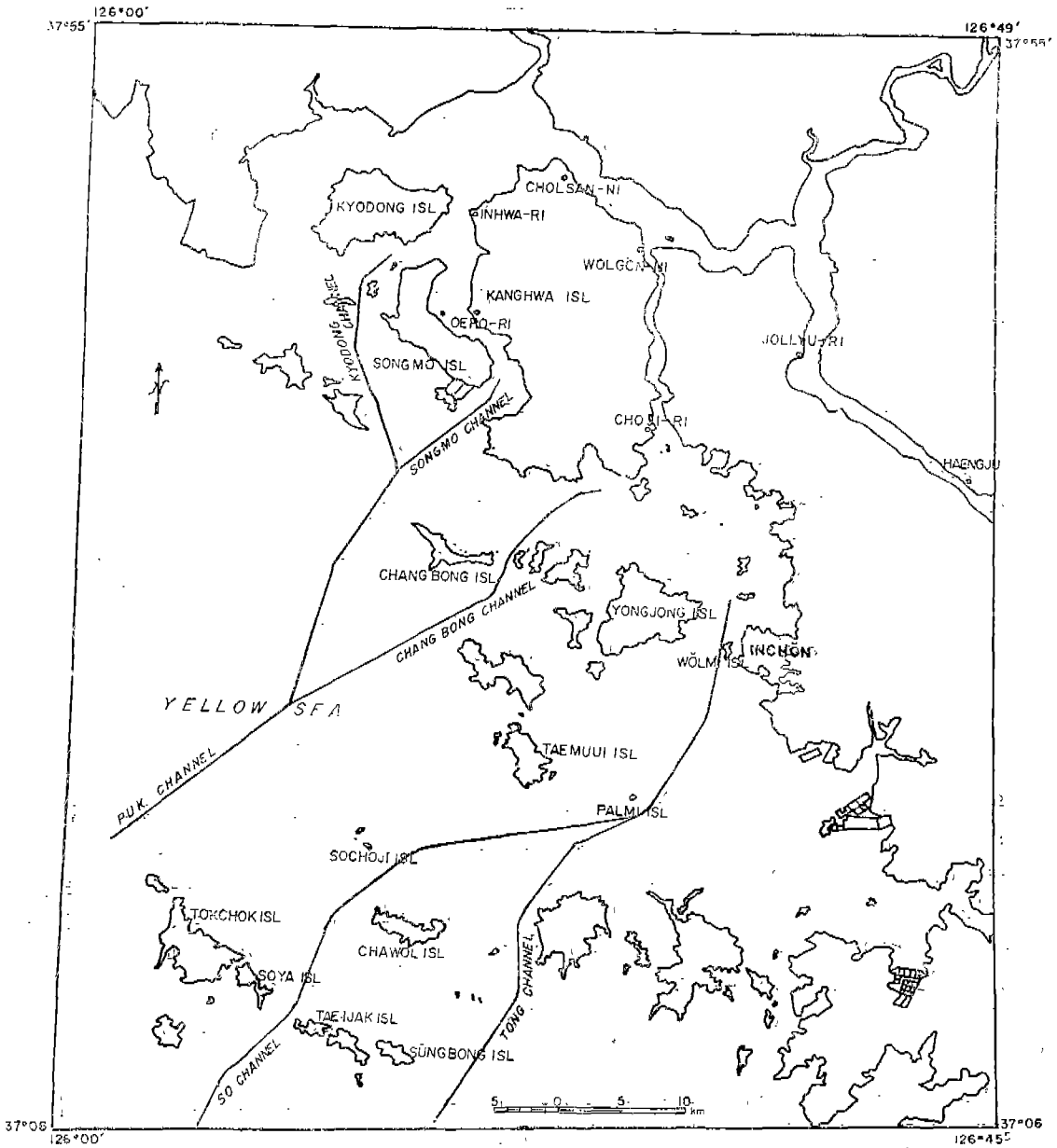


Fig. 1: A map showing the Han River Estuary and all researched stations

로 한 漢江河口에서 調査된 資料와 1969年 7月부터 9월까지 月尾島, 八尾島, 紫月島, 德積島에 이르는 水域에서 調査된 資料로써 河口汽水域의 類型과 이에 따르는 植物性 plankton의 出現組成을 考察하였다. 여기에서 鹹水の 分類基準은 國際的으로 採擇된 바 있는 Venice System에 의거하였다.

調査水域의 概要

本 調査水域은 江華島를 中心으로 한 漢江河口流域으로서 Fig. 1에서 보는 바와 같이 그 上限은 漢江下流의 杏州로부터 下限은 京畿灣의 南側인 德積群島에 이르는 範圍內에서 11個 調査定點을 設定하였다. 이 11個 調査定點은 京畿道 高陽郡 杏州, 이로부터 약 18.9 km 下流에 位置하는 顛流里, 江華島의 東北端인 月串里, 北端인 鐵山里, 西北端인 寅火里, 西岸인 外浦里, 東南端인 草芝里等과 다시 水路를 따라 月尾島·永宗島間, 八尾島·大舞衣島間, 紫月島·小草置島間 그리고 德積群島의 蘇爺島·大伊作島間이다.

外海로부터 京畿灣을 거쳐 漢江으로 流入되는 海水의 進路는 諸島嶼의 地形에 따라 몇개의 水道로 나누인다. 德積群島中 昇鳳島의 東側을 지나는 東水道와 大伊作島·蘇爺島間을 通過하는 西水道는 八尾島附近에서 合流하여 月尾島·永宗島間을 거쳐 江華島東側의 鹽河로 들어가며, 德積島의 北端을 지나는 北水道는 長峰島東側의 長峰水道를 거쳐 鹽河로 들어간다. 그리고 北水道의 一部는 北上하여 江華島·席毛島間의 席毛水道 및 喬桐島·席毛島間의 喬桐水道를 통해 漢江本流로 들어간다. 漢江에서 流出되는 陸水는 金浦郡 霞城面 柿岩里에서 臨津江과 合流하여 月串里에서 一部가 鹽河로 빠지고 다시 西流하여 禮成江과 合流하여 上記한 諸水道를 따라 京畿灣으로 들어가게 된다. 本 水域의 調査定點은 陸水의 流出과 海水의 流入 水路를 考慮함과 同時에 調査活動이 便宜한 곳으로 設定한 것이다.

調 查 方 法

鹽分度의 測定은 Mohr의 硝酸銀滴定法으로서 鹽素 ion 量을 測定하여 이를 Knudsen 式으로서 求하였다. 杏州, 顛流里, 寅火里, 外浦里 및 草芝里에서는 春季 秋季 2회에 걸쳐 13時間 동안 時間別로 連續觀測하여 1日中의 鹽分度와 變化狀態를 調査하였고, 其外 月尾島·永宗島間의 調査定點으로부터 德積群島까지의 4個定點에서는 各기 2회에 걸쳐 1日中에 滿潮時와 干潮時의 鹽分度を 測定하여 그 最高値와 最低値로서 그 水域의 鹽分度範圍를 求하고자 하였다. 다만 蘇爺島·大伊作島間과 紫月島·小草置島間은 1回 7時間 時間別 連續觀測을 施行하였다.

植物性 plankton의 調査는 杏州에서는 4個月間, 顛流里, 月串里, 鐵山里, 寅火里, 外浦里, 草芝里等에서는 12個月間, 八尾島·大舞衣島間은 1個月分, 그리고 顛流里 및 八尾島에서는 滿潮時와 干潮時를 各기 別途로 採集한 材料를 同定하여 出現된 種類의 生育性質 即 海産性, 汽水性, 淡水性, 海水汽水性, 汽水淡水性 및 共通性等으로 區別하여 各 定點의 總出現種類數에 대한 組成比를 求하여 本 汽水域이 갖는 特性을 밝히고자 하였다.

結 果

各 調査定點에서 測定된 鹽分度의 값은 Table I과 Table II에 收錄되어 있다. Table I은 1日中 13時間 동안 每時間마다 測定한 結果인데 杏州에서는 1日中의 鹽分度가 0.025~0.053‰로 變化하고 있으며 顛流里에서는 0.403~0.582‰ 및 0.422~0.645‰로 變化하고 있어 杏州보다는 약 10倍의 鹽分을 含有하고 있다. 寅火里에서는 2.17~12.28‰와 5.39~23.79‰로, 外浦里에서는 5.24~20.70‰와 8.24~25.06‰, 그리고 草芝里에서는 1.03~20.69‰ 및 4.32~24.80‰로 變化하여 海岸測에 가까운 곳으로 오면서 높은 값을 나타낸다. 이와 아울러 각 지역에서 공통적으로 나타난 뚜렷한

Table. I. Daily Variations in Salinity (‰) of the Han River Estuary near the Kanghwa Island.

Time	Sept. 27, 1965	September 7, 1967					May 1, 1968				
	Haengju	Haengju	Jollyu	Inhwa	Oepo	Choji	Haengju	Jollyu	Inhwa	Oepo	Choji
5.00	0.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.00	0.030	0.025	0.403	3.05	13.07	11.05	0.018	0.431	5.39	9.34	18.34
7.00	0.036	0.029	0.438	4.41	14.07	18.36	0.016	0.436	7.14	11.44	24.80
8.00	0.040	0.036	0.456	10.54	18.80	18.27	0.016	0.466	13.60	15.81	18.37
9.00	0.049	0.036	0.547	12.28	20.66	20.69	0.026	0.501	18.98	21.35	13.95
10.00	0.049	0.040	0.582	9.86	20.55	19.34	0.032	0.624	23.79	22.76	11.87
11.00	0.037	0.044	0.511	6.61	18.67	19.85	0.047	0.645	23.05	25.06	7.57
12.00	0.036	0.049	0.511	5.07	17.12	13.50	0.059	0.565	19.19	22.43	6.88
13.00	0.034	0.053	0.438	7.05	10.16	8.94	0.059	0.511	18.88	22.05	4.32
14.00	0.034	0.032	0.475	2.52	7.47	4.03	0.048	0.463	12.82	18.77	5.04
15.00	0.032	0.035	0.403	2.52	6.31	1.43	0.035	0.448	8.40	13.98	5.99
16.00	0.029	0.044	0.403	2.17	5.24	1.50	0.023	0.421	6.66	10.60	9.54
17.00	0.029	0.036	0.467	3.18	6.65	7.31	0.022	0.423	13.32	8.24	13.03
18.00	—	0.032	0.403	3.32	9.99	10.99	0.017	0.422	16.75	10.14	17.25

Table. II. Salinities (‰) of the Han River Estuary from the Wolmi Island to the Tokchok Island in 1969.

Wolmi Isl.			Palmi Isl.			Chawol Isl.			Tokchok Isl.		
Date	Time	Salinity	Date	Time	Salinity	Date	Time	Salinity	Date	Time	Salinity
4 Aug	8.30	23.91	1 Aug	11.35	25.13	30 July	11.30	30.15	29 Aug	11.50	30.32
"	14.50	20.97	"	12.35	25.28	"	12.30	30.04	"	12.50	31.01
26 Aug	10.20	22.26	3 Aug	7.45	26.33	"	13.30	30.04	"	13.50	30.44
"	16.20	25.66	27 Aug	10.50	26.28	"	14.30	30.67	"	14.50	30.44
			"	16.40	27.70	"	15.30	31.06	"	15.50	30.68
						"	16.30	30.04	"	16.25	30.63
						"	17.30	30.04	"	17.00	30.47
						1 Sep	7.50	30.44	2 Sep	8.00	31.13
						"	14.06	29.92	"	14.10	30.73

事實은 秋季의 鹽分度가 春季의 鹽分度보다 높은 값을 나타내는 것이다. Table II는 月尾島에서부터 德積群島에 이르는 水域의 鹽分度로서 月尾島·永宗島間과 八尾島·大舞衣島間을 比較해 보면 八尾島側이 月尾島側보다 약 4‰ 높으며 두 定點의 潮水의 干滿에 따르는 鹽分度の 變化도 그 差異가 月尾島側에서는 약 3‰, 八尾島側에서는 약 1.2‰로서 上位로부터 내려오면서 점점 減少하고 있다. 한편 紫月島·小草置島間과 蘇爺島·大伊作島間의 경우에는 鹽分도가 약 30‰內外로서 地域의 異로나 干滿에 의한 差異가 없이 거의 一定한 값을 나타내고 있다.

植物性 plankton의 出現種類數와 生育性質로 본 組成比는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 이 結果는 汽水種, 海産·汽水種, 汽水·淡水種 및 共通種의 出現이 全 調查水域에서 共히 적은 比率로 나타남을 보여 주고 있으며 特別한 傾向도 보이지 않는다. 그러나 海産種 및 淡水種의 出現率은 뚜렷한 傾向을 나타낸다. 즉 各 調查定點에서의 淡水種對 海産種의 比는 杏州에서는 53:27이고 顛流里에서는 干潮時에 42:43인데 滿潮時에는 29:51로 나타난다. 그리고 月串里, 鐵山里, 寅火里, 外浦里, 草芝里等에서는 각각 24:63, 19:58, 26:65, 19:71로 나타나고 있으며, 八尾島·大舞衣島間에서는 干

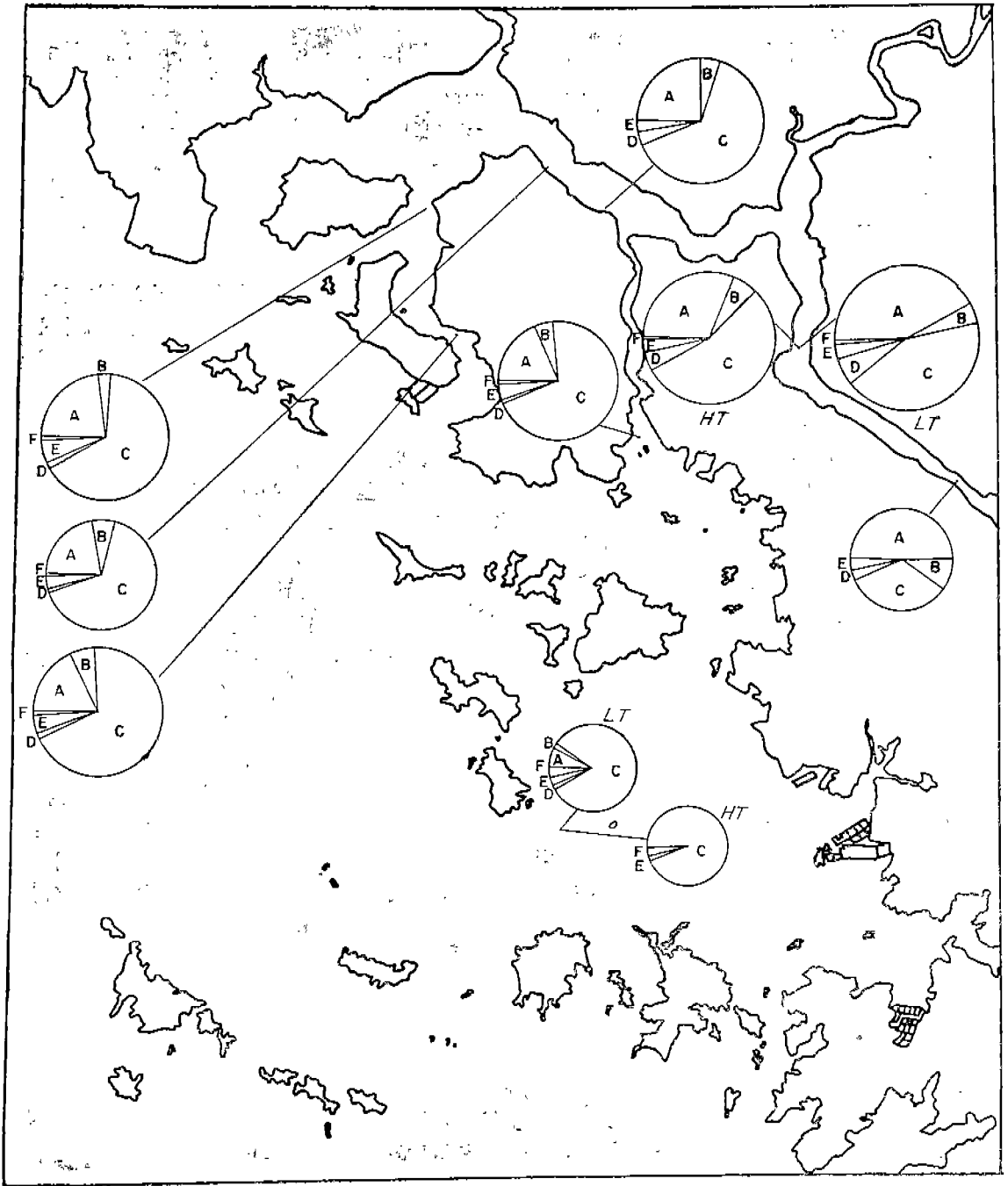


Fig. 2. Percentage distribution of phytoplankton by habitat. A fresh-water species, B brackish species, C marine species, D fresh-water & brackish species, E brackish & marine species, F common species, LT low tide, HT high tide.

潮時에 7:82로 淡水種이 出現하지만 滿潮時에는 海産種이 95%로서 淡水種의 出現을 볼수가 없었다.

論 議

Pritchard(1967)에 依하면 河口란 外海와 自由롭게 結合되고 그 속에서 陸地로부터 流出된 淡水와 海水가 적절히 稀釋되며, 陸地에 依해 半包圍된 沿岸水域을 意味한다. 이 定義에 立脚하면 河口類型에 對한 論議는 地形學的, 水文學的 및 生物學的인 세가지 面에서 考察될 수가 있다.

I. 地形學的 및 水文學的 類型

地形學的인 面으로 볼때에 漢江河口의 中心을 이루는 江華島가 본래 金浦半島의 一部였던 것이 鹽河의 沈降으로 本土로부터 떨어져 形成된 것(金·朴, 1968)이므로 沈降河川流域(Drowned River Valley)으로 보아야 될 것이다.

水文學的으로 보면 海水와 淡水가 自由롭게 交換될 때 가장 特徵的으로 變化를 일으키는 것은 稀釋되는 程度에 따라 鹽分度가 달라지는 現象이라 하겠는데 漢江이 海水에 依해 影響받는 範圍는 杏州보다 多少 上位까지 미치지(鄭·沈·李, 1965), 鷺梁津에 이르러서는 水位의 變動을 除外하고는 이미 아무런 影響도 미치지 않는다(鄭·沈·李, 1965; 李, 1966) 본 調査水域의 鹽分度測定結果를 Venice System (Symposium on the Classifications of Brackish Waters, 1959)에 依據하여 漢江河口 汽水水域을 考察해 보면 杏州는 干潮와 滿潮에 따라 分明히 鹽分度의 變化가 나타나지만 陸水性(limnetic)의 範圍를 벗어나지 않는다. 顛流里로부터 寅火里, 外浦里, 草芝里에 이르는 水域에서는 秋季와 春季의 鹽分度가 상당한 差異를 보이고 있는데 이는 降水量이 많은 時期(heavy preparation period)의 陸水는 鹽分度가 높은 海水를 河口의 下位로 밀어내며 反對로 渴水期에는 海水가 河口의 보다 上位로 流入되기 때문이다(Carriker, 1967). 이러한 現象은 水面變化와도 관계가 있는 것이며, 李(1967)는 西海岸의 內海나 河口에 있어서 海面의 變化가 河川流量의 影響이 있음을 指摘한 바 있다. 顛流里의 1日中 鹽分度變化는 滿潮期時를 前後로 하여 秋季에는 약 한시간 내의, 春季에는 약 5時間 混貧鹹性(mix-oligohaline)이나 그외에는 陸水性이다. 寅火里에서는 滿潮 1時間前으로부터 약 6時間 동안에는 混中鹹性(mix-mesohaline)을 나타내나 混貧鹹性으로 다시 돌아가고, 外浦里에서는 대부분 混中鹹性을 維持하면서 滿潮時間 뒤 3~5時間 混多鹹性(mix-polyhaline)으로 上昇한다. 이에 비해 草芝里에서는 干潮時를 前後로 해서는 混貧鹹性으로 되고 滿潮時 前後로는 混多鹹性으로 되며 그 사이에 混中鹹性을 나타냄으로서 鹽分度가 가장 多樣하게 變化된다. 한편 月尾島와 八尾島 定點에서는 다같이 混多鹹性으로서 干滿의 差異가 輕微하게 나타나는데 反해 紫月島 및 德積群島의 定點에서는 干潮의 差異도 없이 一樣하게 眞鹹性(Euhaline)인 것으로 보아 河口의 下限은 八尾島附近으로 보는 것이 妥當할 것이다.

II. Venice System 에 따르는 植物性 plankton 의 出現組成比

河口의 鹽分度의 混合程度는 海水의 稀釋에 의하는 것이니만큼 이와 함께 生物學的인 面에서 植物性 plankton 의 出現組成比를 考察하는 것은 有意한 일이다. 왜냐하면 植物性 plankton 은 그 自體가 游泳하는 能力을 갖고 있는 것이 아니라 그 位置의 移動이 다만 물의 移動에 依하는 것이어서 特히 海産種의 出現比率이 海水의 流入狀態와 밀접하게 關連되어 있음은 틀림없기 때문이다. Fig. 2 에서 보여주는 것은 各 調査定點에서의 出現種類의 總數는 採集回數나 그 期間에 있어서 一定하지 않으므로 絕對的인 比較值가 될 수는 없는 것이고 다만 構成種의 組成比는 하나의 뚜렷한 傾向性을 나타내고 있다. 杏州에서 27%의 海産種이 出現하는 것은 비록 鹽分度로 보아서는 陸水性을 지니고 있지만 混貧鹹域(mix-oligohaline region)을 넘어서는 淡水域의 部位에서도 干滿에 依한 潮水의 壓力으로 影響을 받으므로(Caspers, 1967) 杏州로 逆流해 오는 流水에 따라 運搬된 것이며, 顛流里에서 干潮時 및 滿潮時의 海産種出現比가 杏州에서 보다 현저히 增加했을뿐만 아니라 淡水性에서 貧鹹性으로 바뀌던

서 더욱 增加하는 傾向도 마찬가지로 現象이다. 月串里, 鐵山里, 寅火里, 草芝里等에서도 海産種은 점점 增加하고 淡水種은 더욱 減少하고 있으며 八尾島定點에 이르러서는 干潮時에만 약 8%의 淡水種이 出現할뿐, 滿潮時에는 전혀 出現되지 않는다. 이와같은 結果는 本 河口的 汽水域內에서는 陸水の 影響이 八尾島附近까지 미치고 있다는 鹽分度의 結果와 一致하는 것으로서 本 河口的 下限이 八尾島附近으로 限定됨을 意味한다. 그러므로 德積群島의 外海側 調查定點에서 약 8%의 淡水種이 出現된 것은 杏州의 경우에서와 마찬가지로 海水의 運般에 依한 것이므로 海産種의 混合範圍는 汽水域의 上下範圍보다 훨씬 더 寬을 알수가 있다.

한편 汽水種을 위시해서 海水·汽水種, 汽水·淡水種 및 共通種의 出現比는 전체적으로 극히 낮은 比率을 차지하고 있을뿐만 아니라 地域的으로도 아무런 特異性이 없이 거의 一樣하게 나타나는데 이러한 現象은 첫째로 河口に 있어서는 變鹽性(poikilohaline)이라는 特殊한 條件이 全 生物群集形成에 影響을 준다는 것(Caspers, 1967), 둘째로 一般으로 廣鹽性인 種의 數가 적다는 점(Patrick, 1967)으로 理解되어야 할 것이다.

摘 要

漢江河口汽水域의 類型을 糾明하기 위하여 鹽分度 및 植物性 plankton을 基礎로 한 調查結果는 다음과 같다.

1. 地形學的으로 볼때 漢江河口는 沈降河川流域型을 이룬다.
2. Venice System에 의한 河口的 範圍는 頭流里의 下位로부터 八尾島附近으로 限定되며 全體의으로는 貧鹹性으로부터 多鹹性에 이르는 混鹹性을 形成한다.
3. 植物性 plankton의 出現頻度는 河口的 上流에서는 淡水産種이 많고, 下流에서는 海産種이 많은데, 河口內의 水域에 따라 서로 反比例된다. 그리고 海産種과 淡水種의 混合範圍는 鹽分도로 본 河口域의 範圍를 넘는다.
4. 河口域特有의 汽水産種의 出現頻度는 매우 낮으며 河口全體로 보아서도 거의 一樣하다.

文 獻

- (1) Carriker, M.R., 1967. Ecology of Estuarine Benthic Invertebrate: A Perspective. *Estuaries*, p. 442~487, Amer. Assoc. for the Adv. of Sci.
- (2) Caspers, H., 1967. Estuaries: Analysis of Definitions and Biological Considerations. *Estuaries*, p. 6~8, Amer. Assoc. for the Adv. of Sci.
- (3) Chung, Yung Ho, Jae Hyung Shim and Min Jai Lee, 1965. A Study on the Microflora of the Han River. I. The Phytoplanktons and the Effect of the Marine water in the Lower Course of the Han River. *Kor. Jour. Bot.* Vol. 8, No. 4, p. 7~29.
- (4) Lee, Min Jai, Jae Hyung Shim and Chong Kyun Kim, 1967. Studies on the Plankton of the Neighboring Seas of Korea. Part I. On the Marine Conditions and Phytoplankton of the Yellow Sea in Summer. Reports from the Inst. of Mar. Biol., Seoul National University 1:6, p. 1~14.
- (5) Lee, Yong Mo, 1966. Studies on the Comparative Hydro-chemical Characteristics of North Han River and South Han River. *Rev. of Sci. & Eng.* Vol. 2, p. 25~35.
- (6) Patrick, R., 1967. Diatom Communities in Estuaries, *Estuaries*, p. 311~315, Amer. Assoc. for the Adv. of Sci.

- (7) Pritchard, D.W., 1967. What is an Estuary: A physical viewpoint, Estuaries, p. 3~5, Amer. Assoc. for the Adv. of Sci.
- (8) YI, Sok-U, 1967. On the Variations of Monthly Mean Sea Levels along the Coast of Korea, Jour. of the Oceanol. Soc. of Kor. Vol. 2, No. 1~2, p. 24~33.