

炭川の 大型水生植物群集의 分布와 環境

金龍範·任良宰

中央大學校 理科學科 生物學科

Environmental Factor and the Distribution of Aquatic Macrophytes Community in TanCh'ön

Kim, Yong-Beom and Yang-Jai Yim

Dept. of Biology, College of Sciences, Chung-ang Univ.

ABSTRACT

The distribution of aquatic macrophytes in TanCh'ön basin, a stream of the Han River, were investigated in terms of environmental gradient from June 1989 to March 1990.

In the basin, 12 species of aquatic macrophytes were listed and four communities of *Potamogeton crispus* community, *P. octandrus* community, *Hydrilla verticillata* community and *Vallisneria asiatica* community were recognized by character species.

P. crispus, *P. octandrus* and *V. asiatica* were found in rapids while *H. verticillata*, *Ceratophyllum demersum* and *Trapa japonica* were done in pools.

The depth of sediment TanCh'ön was showed as a exponential function of water velocity, $Bd = \exp(-K Wv)$. The values of Biochemical Oxygen Demand(BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) and Suspendid Solid(SS) were recorded as range of 3.2~121.0mg/l, 4.2~54.5mg/l and 4.1~114.0mg/l, respectively. And the linear positive correlation between BOD(X) and COD(Y) were expressed as $Y=3.904+0.4308 X$ with $R^2=0.9808$ and also the correlation between BOD value(X) and SS value(Y) were done as $Y=5.333+0.9606X$ with $R^2=0.9700$.

In two dimensional analysis of BOD and water velocity, their clusters were showed similar types matching to communities classified by character species. However, no aquatic macrophytes were found at the site with $BOD \geq 50mg/l$ or $DO \leq 0.2mg/l$.

緒 論

漢江의 下流域에서는 말즘, 검정말, 나사말, 이삭물수세미, 말등 5種이 記錄되었다(鄭과崔, 1981). 그러나 漢江 下流의 한 支流인 炭川인 水生植物의 分布에 대해서는 아직 調査된 것이 없다.

어떤 水系의 水生植物이나 水生植物 群集의 分布는 水系의 水質, 流速과 같은 物理, 化學的 要因에 制限되며(Butcher, 1933; Moyle, 1945; Lundh, 1951; Spence, 1967; Hunchinson, 1970; Kadono, 1982), 水生植物種들은 底土의 堆積物에 대한 그들의 反應이 多樣하여 堆積物은 水生植物 群集의 種組成에 影響을 미친다(Barco and Smart, 1980, 1983, 1986). 水生植物 群集의 組成과 種의 分布는 堆積物의 有機物含量과 서로 關聯되어 있다(Pearsall, 1920; Misra, 1938; Macan, 1977).

本 研究에서는 炭川에 分布하는 水生植物種과 水生植物 群集의 分布域을 調査하고, 그들의 分布를 制限하는 環境要因을 檢討하였다.

材料 및 方法

調査地의 概況

漢江의 支流인 炭川의 길이는 32.2km로서 法華山(385m)에서 發源하여 京釜高速道路와 嶺東高速道路의 인터체인지, 盆唐地區, 城南市를 거쳐 蠶室에서 良才川과 合流하여 漢江에 流入하고 있다. 그 流域에는 山地, 耕作地, 市街地 등이 多樣하게 分布하고 있고, 最近 盆唐新都市建設이 推進되고 있어 炭川水系의 水生植物 分布에 대한 調査는 學術的意味뿐 아니라 環境問題와 關聯해서 現實的 問題로서도 意味가 깊다. 現在 炭川은 比較的 淸淨한 水系로서 많은 水生植物과 動物들이 分布하고 있으나, 城南市와 蠶室市街地에 接해 있는 流域은 汚染이 심하여 生物이 거의 없는 實情이다.

炭川의 水系生態系에 크게 影響을 미칠 것으로 생각되는 炭川流域의 陸上生態系의 現存植生植圖(環境廳, 1989)와 水系의 分布를 보면 Fig. 1과 Fig. 2와 같다.

水生植物과 水生植物 群集의 分布調査

國立地理院의 地形圖(1:50,000)를 利用하여 分水界를 따라 炭川流域을 劃定하고, 1989年 6월부터 1990年 3월에 걸쳐서 炭川水系의 33個의 調査 Site을 無作爲로 選定하여 水生植物種과 水生植物 群集을 調査하였다(Fig. 2).

種 同定은 여러가지 文獻을 綜合해서 確認하였다(李, 1985; 崔, 1986; Ohtaki and Ishidoya, 1980).

各 Site에서 種의 出現을 記錄하고 水生植物의 分布狀態에 따라 2m×2m 크기의 方形區를 3~5個씩 設定하여 Braun-Blanquet(1964)의 全推定法에 따라 優占度(r, +, 1, 2, 3, 4, 5)를 調査하여 이를 根據로 群集을 分類하였다.

環境 測定

調査地의 水質狀態를 알기 위해 1989年 6월부터 1990年 3월까지 17個 Site(Fig. 2; 1, 4, 6, 9, 13, 15, 18, 22, 25~33)에서 33회에 걸쳐 水面下 約 20cm에서 採水하여 韓國環境技術研究所와 三和環境(株)의 分析室에서 測定하여 그 平均値를 取하였고, 10個 Site(Fig. 2; 1, 4, 6, 9, 13, 15, 18, 22, 25, 32)에서는 流速, 水深, 土深을 測定하고 底土의 有機物含量, pH, 土性 등을 分析하였다.

水質 測定

水素이온濃度(pH)는 Digital pH Meter(NOVA-102)로 測定하였고, 溶存酸素(DO)는

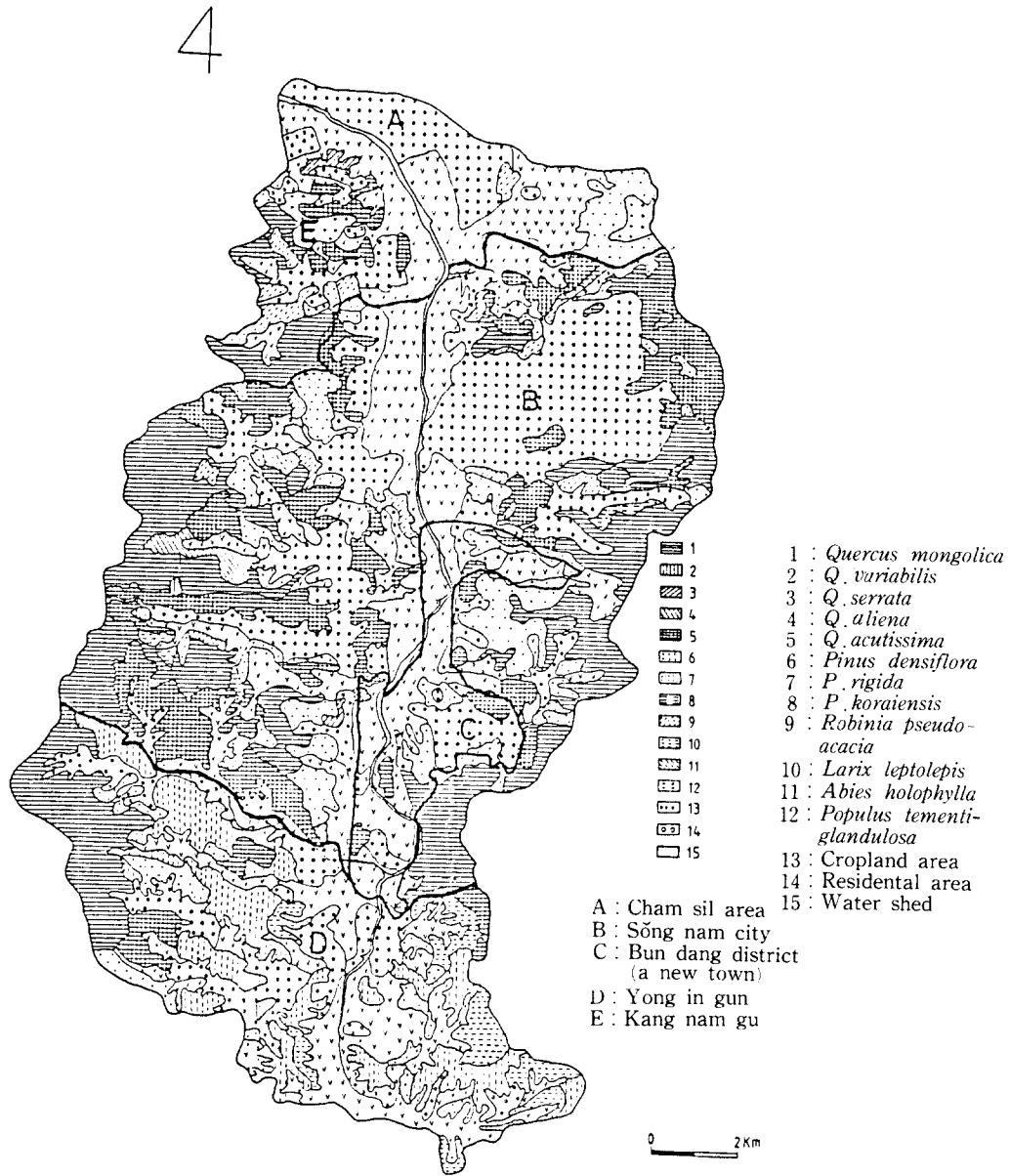


Fig. 1. Actual vegetation map of TanCh'ön basin, modified from the Environment Administration (1989).

Winker's Azide方法으로 測定하였다.

生物化學的 酸素要求量(BOD)은 河川水를 20℃에서 5日間 貯藏하여 두었을 때 河川水中的 溶存酸素가 消費되는 量을 求하였다.

化學的 酸素要求量(COD)은 河川水 100ml에 H₂SO₄ 10ml을 加하여 酸性으로 만든 後

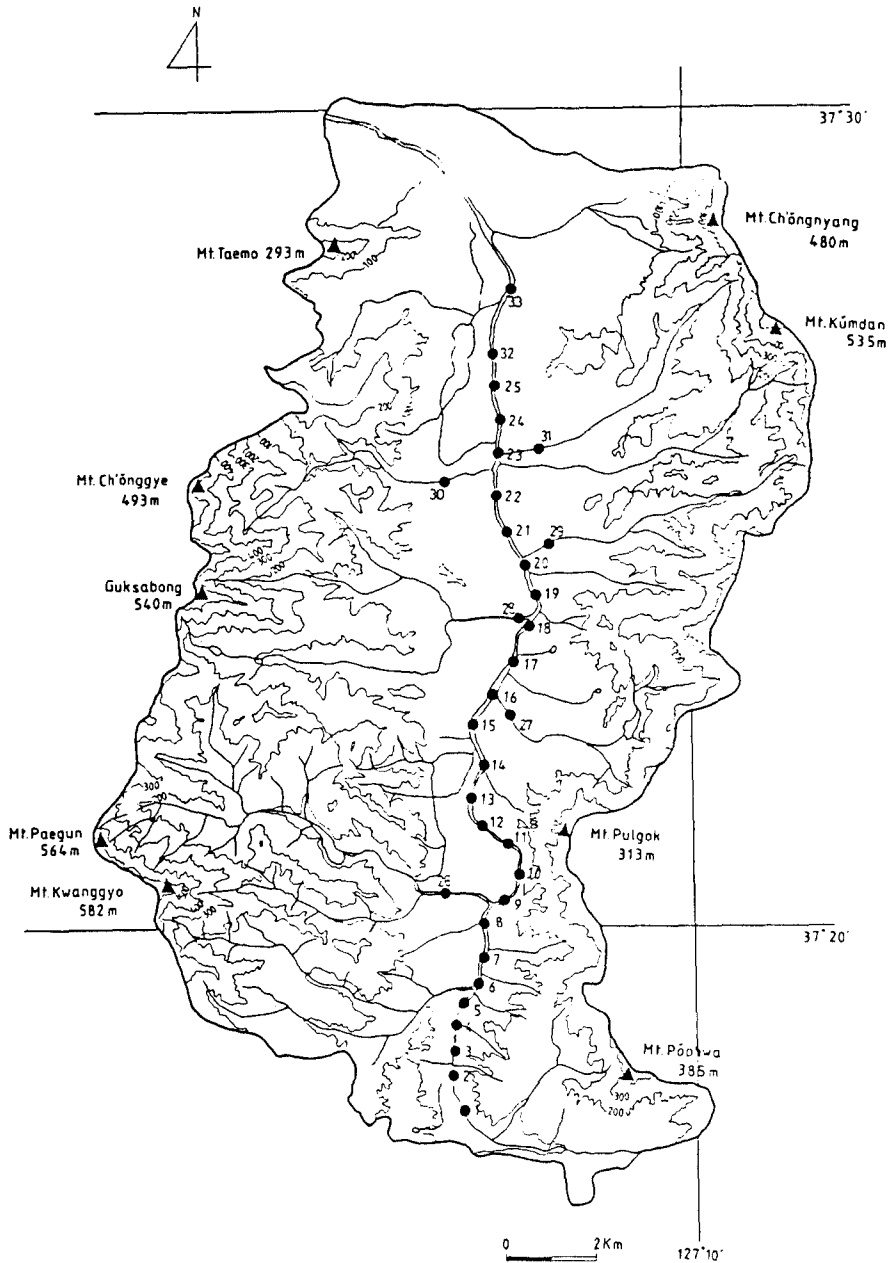


Fig. 2. Topographic map and survey sites in TanCh'ön, from June 1989 to March 1990.
1~33 : Sample sites of vegetation survey.

1, 4, 6, 9, 13, 15, 18, 22, 25~33 : Environmental measurement sites.

0.025N KMnO_4 溶液 10ml를 넣고 30分間 加熱하였다. 이 反應에서 消費된 KMnO_4 溶液量을 測定하여 酸素의 量을 算出하였다.

浮遊物質(SS)은 유리섬유여지(GF/C)를 附着시킨 濾過器에 11의 河川水를 濾過시킨 浮遊物質을 含量이 될 때까지 乾燥시켜 定量하고, 濾過 前後의 무게差를 算出하였다.

水深은 눈금을 새겨놓은 자막대로, 流速은 水表面에 庭球공을 띄워 前記한 10個 地點에서 3回 測定하여 그 平均値를 取하였다.

底土 分析

底土의 機械的 分析은 U. S. D. A의 Soil Survey Manual(1951)에 叙述된 方法에 의해서 아래와 같이 分析하였다.

乾土粉末 20g을 2mm 체로 쳐서 20% H_2O_2 500ml가 들어 있는 비이커에 넣은 後 water bath 에 넣고 서서히 熱을 가하면서 휘저었다. 30分 後 H_2O_2 25ml를 加하고 다시 15分 동안 熱을 加했다. 또 1% HCl 100ml를 添加하여 1分 동안 끓인 後 식히고, filter paper로 걸러 Humus를 除去하였다. humus가 除去된 土壤水를 12時間 shaking後 물을 부어 1l로 만들고 손으로 激烈하게 흔든 다음 곧바로 20ml pipette를 使用하여 silt와 clay를 除去하였다. 이러한 過程을 맑은 물이 될 때까지 反復하였다. 이때 分離한 값을 國際土壤學會 基準에 따라 土性을 分析하였다.

pH는 底土를 2mm체로 쳐서 자갈을 除去하고, 風乾土 : 蒸溜水를 1 : 5의 比로 섞어 진탕시킨 後 Hitachi-Horiba pH Meter로 測定하였다.

有機物含量은 底土를 Dry oven(105°C)에서 48時間 乾燥시킨 後 furnace에 넣어 500~600°C에서 4時間동안 灼熱시킨 後 有機物燒失量을 乾量에 대한 百分率에 計算하였다.

土深은 各 Site에서 자막대로 3곳을 測定하여 그 平均値를 取하였다.

結 果

水生植物의 分布

本 調査에서 밝혀진 種은 7科 12種이며, 25個 Site의 各 出現種은 말즘(*Potamogeton crispus*)이 25個 Site中 13~17Site를 除外한 全域에 出現하고, 애기가래(*P. octandrus*)가 Site 11~23를 除外한 全域에, 마름(*Trapa japonica*)이 13~17 Site에, 나사말(*Vallisneria asiatica*)은 14~23 Site에 出現했다. 여기에서 특히 注目되는 것은 말즘과 애기가래가 分布하는 곳에는 마름(*T. japonica*)이 없고, 나사말(*V. asiatica*)이 分布하는 곳에는 애기가래가 出現하지 않았다. 말즘은 마름 以外의 다른 種과 混生하고, 검정말(*Hydrilla verticillata*)은 붕어마름(*Ceratophyllum demersum*)과 混生하고 있다(Table 1).

말즘과 애기가래는 上流域에 많이 分布하며, 水深이 얇고 流速이 빠른 곳에 分布한다. 검정말, 붕어마름과 마름은 주로 中流域에 分布하며, 水深이 깊고 流速이 느린 곳에 分布한다. 나사말은 中, 下流域에 分布하며, 水深과 流速은 말즘과 애기가래가 分布하는 環境과 같았다.

水生植物群集의 分布

말즘과 애기가래는 上流域에서 優占도가 3, 4, 5로서 群集을 이루고, 검정말과 나사말은 中, 下流域에서 優占도가 3, 4, 5로서 群集을 이루며 分布하였다. 以外에 개구리밥(*Spirodela polyrhiza*)도 群集을 이루고 있었으나, 浮水植物이기 때문에 移動性이 있었다(Table 1). 따라

Table 1. Distribution of aquatic macrophytes in TanCh'ôn, from June 1989 to March 1990

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<i>Potamogeton crispus</i>	2	4	5	5	3	2	2	1	1	1	+	+	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	r
<i>P. octandrus</i>	+	1	2	3	4	5	3	2	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	r
<i>Hydrilla verticillata</i>	0	0	0	0	0	0	r	+	+	1	2	4	5	2	3	3	2	2	1	1	+	+	+	+	r	0
<i>Vallisneria asiatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	r	+	1	2	5	5	4	3	3	2	0	0	0
<i>Spirodela polyrhiza</i>	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trapa japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marsilea quadrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	+	1	2	2	+	1	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	0
<i>P. pectinatus</i> var. <i>scoparius</i>	0	r	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. cristatus</i>	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myriophyllum spicatum</i>	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. distinctus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

r : Solitary, with small coverage, + : Few, with small coverage, 1 : Scattered, with coverage up to 5%, 2 : with coverage 5~25%, 3 : with coverage 25~55%, 4 : with coverage 50~75%, 5 : with coverage more than 75%.

* 26-33 sites : No aquatic macrophytes were found.

서 優占度에 따라 群集을 分類하면 上流域에서 下流域으로 갈수록 말즘群集, 애기가래群集, 검정말群集, 나사말群集으로 區分되었다.

水系 環境

17個 Sites(1, 4, 6, 9, 13, 15, 18, 22, 25~33)의 水質分析 結果, pH는 6.7~7.1의 範圍로 Site間에 큰 差異가 없고, DO는 0.2~8.0mg/l의 範圍이며, 특히 Site 25, 31, 32에서는 0.2mg/l로 다른 Site와 比較하면 아주 낮은 값을 나타내고 있는데, 이것은 城南市에서 흘러나오는 生活下水 때문인 것으로 보이며, 同 Site에서 BOD(17.2~121.0mg/l)와 COD(15.7~54.5mg/l)가 높은 값을 나타내고 있는 것도 같은 理由인 것으로 생각된다(Table 2). Site 26에서 DO(3.9mg/l)의 값이 낮고 BOD(18mg/l)와 COD(12.5mg/l)값이 높은 것은 골프장의 下水가 流入되는 東幕川과 工場의 廢水와 流入되는 星福川이 合流하는 地點이기 때문으로 보인다. SS는 下流域, 上流域, 中流域 順으로 높았는데, 下流域에서는 城南市의 汚染物質이 多量으로 流出되고 있으며, 上流域에서는 周邊에 비닐하우스, 工場地帶, 골프장 등이 있기 때문으로 생각된다.

Table 2. The water quality of different sites in TanCh'ŏn from June to 1989 to March 1990

Site No.	pH	BOD(mg/l)	COD(mg/l)	SS(mg/l)	DO(mg/l)
1	7.1	6.4	7.6	22.0	7.4
4	7.0	6.2	7.2	17.0	7.7
6	6.9	5.4	6.5	12.2	8.0
9	6.9	7.0	6.8	14.7	7.0
13	6.9	12.6	9.2	14.5	5.8
15	7.0	4.0	6.0	5.5	6.5
18	6.7	3.2	5.4	6.5	7.6
22	6.9	3.3	5.2	4.1	7.3
25	6.9	17.2	15.7	37.0	0.2
26	6.9	18.0	12.5	16.0	3.9
27	6.8	3.8	4.2	8.4	5.9
28	6.9	3.5	6.1	6.8	7.4
29	7.0	8.9	5.9	12.0	5.0
30	7.0	6.7	5.4	9.0	5.4
31	6.9	121.0	54.5	114.0	0.2
32	7.1	93.8	44.7	100.7	0.2
33	7.0	49.5	25.5	56.0	2.3

10個 Site(1, 4, 6, 9, 13, 15, 18, 22, 25, 32)에서 流速, 水深, 底土(有機物含量, pH, 土性, 堆積物깊이) 등을 分析한 結果, 流速은 下流域, 上流域, 中流域 順으로 빠르고, 水深은 中流域, 下流域, 上流域 順으로 깊었다(Table 3). 堆積物깊이는 各 Site 間에 差異가 없으나, Site 13에서는 9.7cm로 가장 높았고, Site 32에서는 3.5cm로 가장 낮았다. 有機物含量은 0.3~1.1%, 土性(모래의 含量)은 97~100%, pH는 5.7~7.2의 範圍를 各 Site 間의 큰 差異가 없었다.

Table 3. The environmental conditions of substrates in TanCh'ôn, from June 1989 to March 1990

Site No.	Current velocity (m/sec)	Water depth (cm)	Organic matter content (%)	pH of sediment	Sand (%)	Depth of sediment (cm)
1	0.26	18	0.81	6.75	97.1	5.8
4	0.25	26	0.70	6.27	100.0	6.2
6	0.32	32	1.11	5.72	98.0	6.5
9	0.34	35	0.75	6.23	99.5	6.4
13	0.14	87	0.94	6.85	98.7	9.7
15	0.23	53	0.26	6.53	98.6	6.1
18	0.19	41	1.03	6.25	99.5	7.3
22	0.21	42	1.00	6.31	98.8	4.5
25	0.46	32	0.77	6.69	98.7	3.8
32	0.48	31	1.03	7.23	98.4	3.5

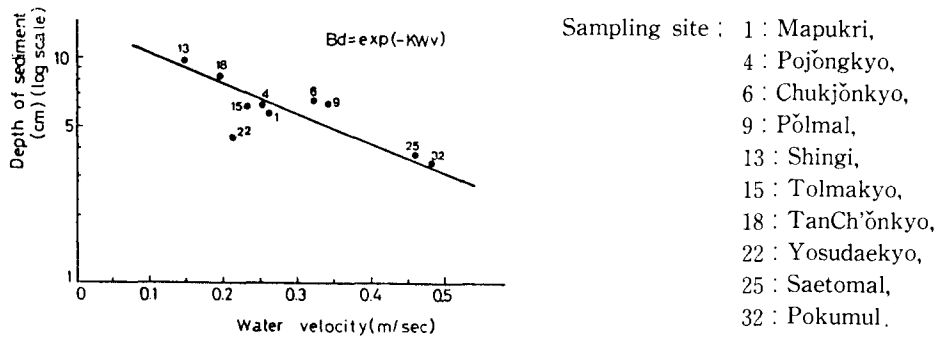


Fig. 3. Relationship between water velocity and depth of sediment in TanCh'ôn, from 1989 to March 1990.

流速과 堆積物깊이와의 關係는 다음과 같은 關係가 成立되었다(Fig. 3).

$$Bd = \exp(-K Wv)$$

여기에서 Bd는 堆積物깊이, Wv는 流速이다.

即, 堆積物 깊이는 流速의 增加에 따라 指數函數의으로 減少된다.

한편 BOD와 COD값의 關係는 다음과 같이 直線의 相關關係를 나타냈다(Fig. 4).

$$Y = 3.904 + 0.4308X, R^2 = 0.9808$$

여기에서 Y는 COD, X는 BOD이다.

即, COD는 BOD의 增加에 따라 增加하고 있다. 水質의 汚染 특히 有機物 汚染度를 나타낸

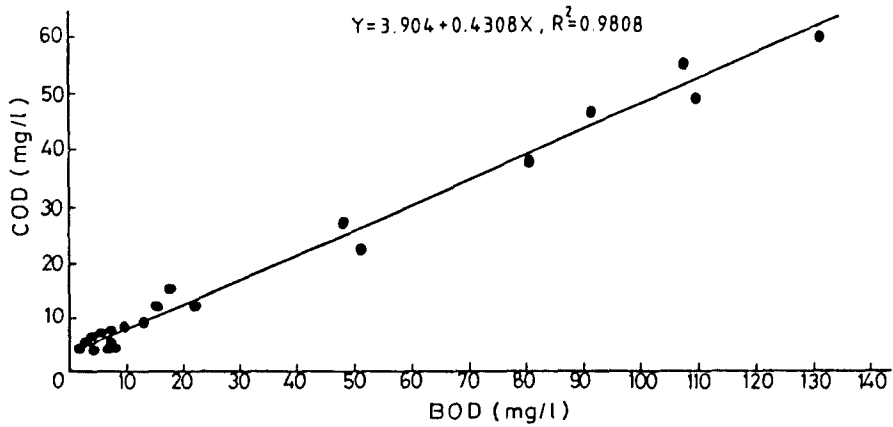
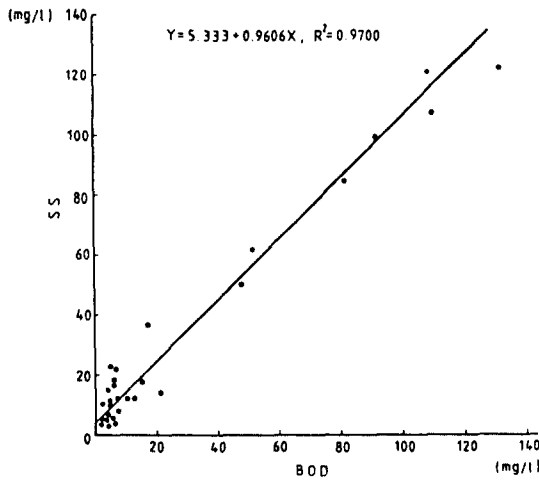


Fig. 4. Correlation between BOD and COD values in TanCh'ŏn, from June 1989 to March 1990.



다른 點에서 BOD와 COD는 그 測定法에 差異는 있으나, 그 根本은 類似하다.

BOD와 SS값의 關係도 다음과 같이 直線的 相關關係를 나타냈다(Fig. 5).

$$Y = 5.333 + 0.9606 X, R^2 = 0.9700$$

여기에서 Y는 SS, X는 BOD이다.

即, SS는 BOD의 값이 增加함에 따라 增加한다.

Fig. 5. Correlation between BOD and SS values in TanCh'ŏn, from June 1989 to March

水生植物 分布와 環境要因

BOD와 流速의 關係를 2次元的 分析을 하여 種의 分布를 보면 Site 1, 4(BOD, 6.2~6.4mg/l)에서는 말즘, 6, 9(BOD, 5.4~7.0mg/l)에서는 애기가래가 分布하고, Site 13, 15 (BOD, 4.0~12.6mg/l)에서는 검정말, 18, 22(BOD, 3.2~3.3mg/l)에서는 나사말이 分布한다. 그러나 Site 25(BOD, 17.2mg/l)에서는 種이 약간 分布하다가 Site 32(BOD, 93.8mg/l)

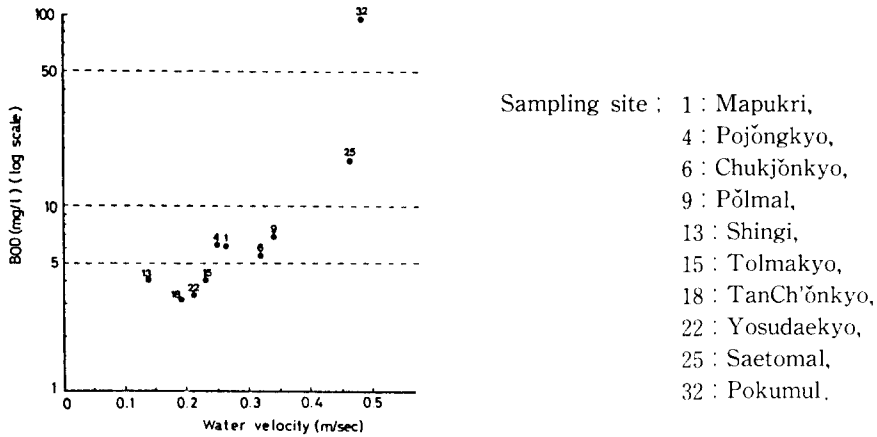
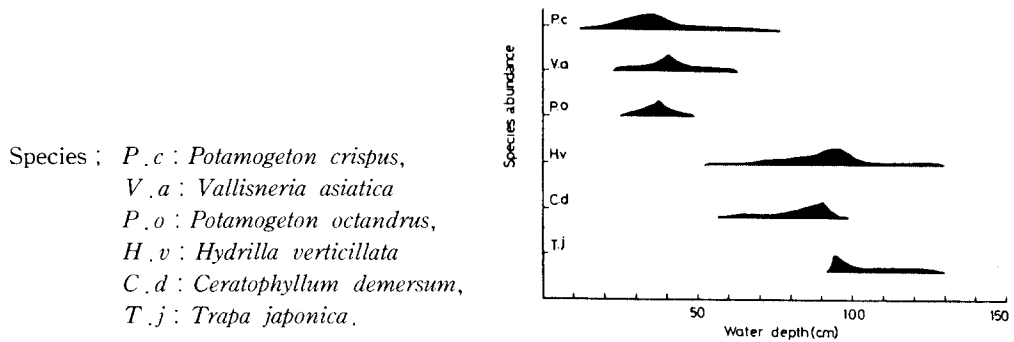


Fig. 6. Relationship on two dimensions of BOD and water velocity gradient in aquatic macrophytes distribution in TanCh'ŏn, from June 1989 to March 1990.



Species ; *P.c* : *Potamogeton crispus*,
V.a : *Vallisneria asiatica*
P.o : *Potamogeton octandrus*,
H.v : *Hydrilla verticillata*
C.d : *Ceratophyllum demersum*,
T.j : *Trapa japonica*.

Fig. 7. Relationship between water depth and aquatic macrophytes in TanCh'ŏn, from June 1989 to March 1990.

에서는 種이 分布하지 않았다(Fig. 6).

水深과 種의 分布와의 關係를 보면 水深이 얇은 곳에는 말즘, 애기가래, 나사말이 分布하며, 水深이 35~40cm에서는 群集을 이루고, 水深이 깊은 곳에는 검정말, 붕어마름, 마름이 分布하며, 水深이 90~95cm에서는 群集을 이룬다(Fig. 7).

BOD, COD, SS, DO와 群集과의 關係를 보면 말즘群集과 애기가래群集은 BOD, COD, SS, DO의 값에 대해서 耐性이 강하게 나타났으나, 검정말群集과 나사말群集은 耐性이 약하게 나타났다(Fig. 8 및 9).

Fig. 7에서 水深이 얇은 곳에 애기가래와 나사말이 分布한다는 點에서 物理的 性質이 같으나, Table 1을 보면 애기가래가 分布하는 곳에는 나사말이 分布하지 않는다. 이것은 Fig. 8과 9를 보게 되면 BOD, COD, SS 및 DO값에 대해서 애기가래群集은 耐性이 강하고, 나사말群集은 耐性이 약하게 나타났기 때문이다.

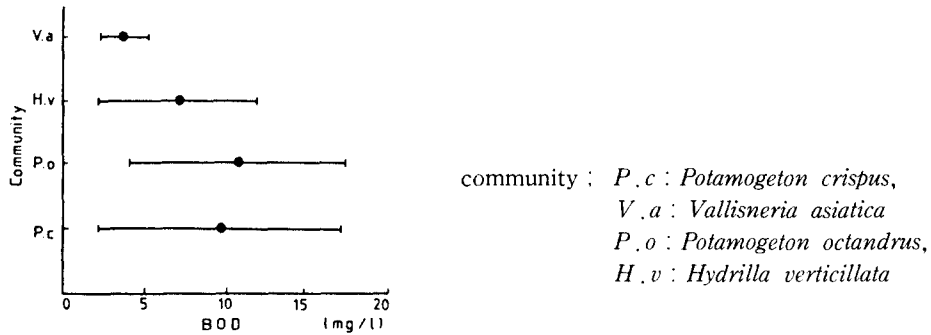


Fig. 8. Relationship between BOD values and aquatic macrophyte community in TanCh'ön, from June 1989 to March 1990.

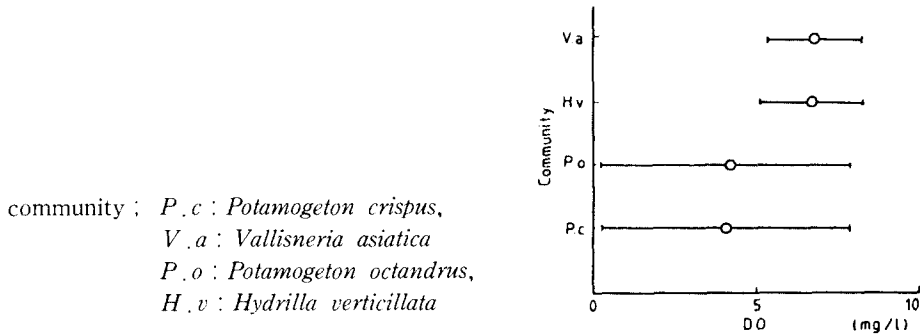


Fig. 9. Relationship between DO values and aquatic macrophyte community in TanCh'ön, from June 1989 to March 1990.

論 議

水系生態系은 水塊의 크기에 따라 陸上生態系의 影響을 크게 받는다. 炭川流域은 신갈나무가 山의 頂上 附近에 分布하고 상수리나무와 리기다소나무가 一部에 分布하며, 地帶에는 住居地, 工場, 골프장, 農耕地 등 人間의 影響을 크게 받고 있다.

下流域의 DO는 0.2~2.3mg/l로 다른 流域보다 낮은데, 특히 城南市에서 내려오는 支流가 合流되는 地點이 本流보다 5mg/l정도 낮은 것은 有機物質이 많은 生活下水가 多量으로 流入되기 때문이다. BOD, COD 및 SS도 이 때문에 훨씬 높은 값을 나타낸다(Table 2).

물의 pH는 6.7~7.1로 나타났는데, Kadono(1982)에 의하면 나사말은 pH가 6.5~9.7, 검정말은 pH가 6.1~9.7에서 分布한다. 炭川流域에서 나사말群集은 pH가 6.7~7.0, 검정말群集은 pH가 6.7~7.1로 거의 비슷하였다.

流速은 0.14~0.48m/s이고, 堆積物 깊이는 3.5~9.7cm로 流速과 堆積物 깊이와의 關係가 指數函數的 關係를 나타낸다(Table 3). Butcher(1933)에 의하면 말즘은 流速이 0.15~0.3m/s에 分布한다(Whitton, 1975), 炭川流域과 比較하면 말즘群集은 0.21~0.32m/s로 비슷한 數值를 나타냈다.

底土의 有機物含量은 沈水植物과 挺水植物의 成長을 抑制할 수 있으며(Barko and Smart, 1983), 水生植物의 空間的 分布뿐만 아니라 水生植物群集의 組成이 底土의 有機物含量에 따라 變化한다(Pearsall, 1920; Mirsa, 1938; Moyle, 1945; Macan, 1977). 그러나 本 炭川 流域에서는 底土의 有機物含量이 0.7~1.1%의 範圍로 水生植物間의 큰 差異가 없었다.

鄭과 崔(1981)에 의하면 漢江의 下流域에서 水生植物種이 5種으로 記錄되었는데, 漢江下流의 支流인 本 炭川에서는 12種이 記錄되어 多様な 分布를 볼 수 있었다.

炭川流域은 上流의 말즘群集, 애기가래群集, 中流의 검정말群集, 中, 下流의 나사말群集으로 區分된다. 그러나 下流의 城南市 流域부터는 生活下水로 因하여 水生植物이 發見되지 않았다. 따라서 城南市 流域을 좀 더 細密하게 調査하면 水生植物의 分布限界點을 알 수 있다고 생각한다.

中流域에는 水生植物이 4~5種으로 다른 流域보다 많은 種이 分布하고, 물이 比較的 淸淨하여 魚類가 棲息하고 있기 때문에 保存할 價値가 있다고 생각한다. 그러나 現在 進行中인 盆唐地區의 新都市 開發地域이 完工되면 新都市의 急激한 膨脹으로 生活下水와 工場廢水等 多量의 汚染物質에 의해 炭川의 水系生態系와 動, 植物相에 커다란 影響을 미치게 될 것이다.

摘 要

炭川의 水生植物 分布를 把握하기 위하여 1989年 6월부터 1990年 3월까지 水生植物을 調査하였고, 河川의 底土, 水質, 水深, 流速 等を 調査하였다.

1. 本 炭川流域에 分布하고 있는 水生植物種은 7科 12種이며, 上流에서 下流의 城南市까지 말즘群集, 애기가래群集, 검정말群集, 나사말群集이 標徵種에 의해서 區分되었다.

2. 調査地域의 全体에 걸쳐서 물의 pH(6.7~7.1), 底土의 土性(모래의 含量, 97~100%), 底土의 pH(5.7~7.2), 底土의 有機物 含量(0.26~1.11%)은 큰 差異가 없어서 水生植物의 分布에 影響을 미치지 않았으나, BOD(3.2~121mg/l), COD(4.2~44.7mg/l), SS(4.1~114.0mg/l), DO(0.2~8.0mg/l), 水深(18~87cm), 流速(0.19~0.14m/s), 底土의 깊이(3.5~9.7cm)는 多少 差異가 있어서 水生植物의 分布에 影響을 미쳤다.

3. 말즘, 애기가래, 나사말은 水深이 얇은 곳에 分布하고, 검정말, 붕어마름, 마름은 水深이 깊은 곳에 分布하였다.

4. 流速과 堆積物 깊이는 指數函數關係를 나타내고, BOD와 COD, BOD와 SS는 直線相關關係를 나타냈다.

5. BOD에 대해서 말즘群集과 애기가래群集은 耐性이 강하게 나타났으나, 나사말群集과 검정말群集은 耐性이 약하게 나타났다.

6. BOD와 流速에 대하여 2次元의 分析을 하여 種의 分布를 調査하였는데 水生植物種들은 標徵種에 의해서 分類된 群集과 같은 形態를 나타냈다.

BOD가 50mg/l 以上되고 DO가 0.2mg/l 以下되는 곳에는 水生植物이 分布하지 않았다.

引 用 文 獻

李昌福, 1985. 大韓植物圖鑑, 鄉文社, 서울. 990pp.

鄭英昊·崔鴻根, 1981. 韓國의 水生植物 區系와 分布. 韓國植物分類學會誌, 11:43-52.

- 崔鴻根, 1986. 韓國產 水生管束 植物誌. 博士學位論文, 서울大學校 大學院. 272pp.
- 環境廳, 1989. 現在 植生圖. 16pp.
- Barko, J. W., and R. M. Smart. 1980. Mobilization of sediment phosphorus by submersed freshwater macrophytes. *Freshwater Biology* 10 : 229-238.
- Barko, J. W., and R. M. Smart. 1983. Effects of organic matter addition to sediment on the growth of aquatic plants. *Journal of Ecology* 71 : 161-175.
- Barko, J. W., and R. M. Smart. 1986. Sediment-mechanisms of growth in submersed macrophytes. *Ecology* 67(5) : 1328-1340.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde* Wien, New York, 3. Aufl. 865pp.
- Butcher, R. W. 1933. Studies on the ecology of rivers- I. On the distribution of macrophytic vegetation in the rivers of Britain *Journal of Ecology* 21 : 58-91.
- Hutchinson, G. E. 1970. The chemical ecology of three species of *Myriophyllum* (Angiospermae, Haloragacete). *Limnol. Oceanogr.* 15 : 1-5.
- Kadono, Y. 1982. Occurrence of aquatic macrophytes in relation to pH, Ca^{++} , Cl^{-} , alkalinity and conductivity. *Jap. J. Ecol.* 32 : 39-44.
- Lundh, A. 1951. Studies on the vegetation and hydrochemistry of Scanian lakes 3. *Bot. Notiser. Suppl.* 3(1) : 1-138.
- Macan, T. T. 1977. Changes in the vegetation of a moorland fishpond in twenty-one years. *Journal of Ecology* 65 : 954-1006.
- Mirsa, R. D. 1938. Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English lakes. *Journal of Ecology* 26 : 411-451.
- Moyle, J. B. 1945. Some chemical factors influencing the distribution of aquatic plants in Minnesota. *Am. Midl. Nat.* 34 : 402-420.
- Ohtaki, S. and T. Ishidoya. 1980. *Illustrated Japanes Water Plants*. Hokuryukan co., Tokyo. 318pp. (In Japanese)
- Pearsall, W. H. 1920. The aquatic vegetation of the English lakes. *Journal of Ecology* 8 : 163-199.
- Spence, D. H. N. 1967. Factors controlling the distribution of freshwater macrophytes with particular reference to Scottish lochs. *Journal of Ecology* 55 : 147-170.
- U.S. Department of Agriculture Handbook 18, 1951. *Soil Survey Manual*. U.S. Government Printing Office Washington, D.C. 205-223pp.
- Whitton, B. A. 1975. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publishers. Oxford. 106-128pp.

(1990年 11月 27日 接受)