

漢江下流水域의 基礎生産과 植物플랑크톤 色素量의 年變化

崔 相·鄭 兌 和·郭 熙 相

韓國科學技術研究所

Seasonal Variations in Primary Productivity and Pigments
of Downstream Water of the Han River

Sang Choe, Tai Wha Chung and Hi-Sang Kwak

Korea Institute of Science and Technology, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was undertaken to assess the annual cycle of primary production and plant pigments in a downstream of the Han River. Measurements were carried out at three week intervals during April 1966 and March 1967, and ancillary data include water temperature, transparency, pH, dissolved oxygen and phytoplankton cell number. The seasonal cycle in water temperature profile shows the highest in the end of August with 27°C, lowest in the middle of February with 0.2°C. The transparency with Secchi disk reading varied from a maximum 4.3 m in fall and a minimum 0.5 m or less in early spring and flood season of summer. The pH of the river water varied from 6.5 to 7.3, averaged 6.91 in the surface water and 6.98 in the bottom water, showed little seasonal variability. The dissolved oxygen in the surface water ranged from 5.93-9.64 ml/L, while in the bottom water it ranged from 5.54-9.72 ml/L, and the oxygen saturation never fall below 94%. None thermal, the distribution of pH and content of oxygen, stratifications occurred. An apparent seasonal cycle of primary productivity was observed with remarkably high levels in the spring and fall, the lowest level in the winter. The range of net carbon assimilations showed 3.1-112.6 mgC/m³/day or 15-427 mgC/m²/day in spring, 37.0-271.2 mgC/m³/day or 115-329 mgC/m²/day in summer, 27.2-168.0 mgC/m³/day or 139-415 mgC/m²/day in fall and 0.5-10.9 mgC/m³/day or 5-19 mg/m²/day in winter, respectively. Amount of chlorophyll *a* ranged from a minimum concentration of 0.2-0.3 mg/m³ in the middle of February and a maximum 4.1-6.7 mg/m³ in the middle of June. A general increase trend in chlorophyll *a* concentration was noted with increase of the river water temperature.

天然河川水는 多面的인 用途를 지니는 貴重한 天然資源이다. 先進國家에서의 例를 들지않더라도 우리의 社會生活이 發達함에 따라 물의 用途는 너무나 多樣하게 要求되는 것이며, 이로 因한 數 많은 汚染要素는 물과 그 속의 天然資源을 破壞하는 現象이 顯著하게 나타나게 된다. 天然資源은 그 自體가 지니고 있는 屬性을 充分히 活用하면서 效果의으로 利用해야 할것이고 또 그 資源은 恒久的인 保存策이 講究되어야 할 것이다.

우리나라에도 적지않은 河川水系가 있으나 그 活用은 아직은 微微한 狀態에 있다. 河川水를 包含한 內水面의 水産業的利用도 그중의 重要한 部分을 차지하는 것이니, 各河川水系의 漁業生物學的調查, 水質調查를 비롯하여 食用魚, 遊魚 資源 또는 有用生物資源의 涵養은 時急하게 着手되어야할 重要한 課題라고 하겠다.

河川水域의 水質은 本流 및 많은 支流水가 合流된 複雜한 樣相을 자아내는 것이며, 또 그 流域全體의 地化學的特性을 그대로 反映하는 것이

다. 이러한 水質의인 特性은 그곳의 生物生産에도 直接間接으로 影響을 주고 있을뿐 아니라, 各種産業用水로서도 飲料水源으로서도 반드시 알아두어야되는 基本的인 知見이다. 우리나라 河川水의 現在의 水質은 아직 그다지 汚染되지 않았다는 前提를 앞세운다면, 우리나라 全般 河川水系의 水質의인 特性把握은 極히 時急한 課題라고 할수있고, 이것은 또한 將來에 반드시 일어나는 水質汚染과 그 水質規制에서도 必須的인 基礎資料가 되리라고 생각된다.

이러한 觀點에서 우리는 먼저 漢江水域의 陸水學的研究을 試圖하여, 河川水系의 漁業生産에 基礎資料가 되는 基礎生産量, 植物플랑크톤의 種類組成과 그 量 및 色素量, 各種 榮養鹽類, 無機 및 重金屬이온의 量에 關係서 2年間 變動을 調査하였다. 우리나라 河川水系의 陸水學的研究業績은 極히 貧困하다. 다만 倉茂·太田 (1944)가 韓國全體 30餘個의 河川水의 몇몇水質을 夏, 秋季의 것을 比較檢討한 것이 唯一한 文獻으로 남아있을 뿐이다.

放射性炭素 (C^{14})을 利用한 水域의 基礎生産量測定은 Steemann-Nielsen (1952)에 의하여 바다에서 처음으로 이루어진 以後, 主로 海洋의 基礎生産力測定에 많은 發展이 이루어지게 되었으나, 淡水域의 基礎生産力測定에는 그다지 큰 發展이 없었다. 放射性炭素에 의한 우리나라 全沿岸水域의 基礎生産量調査는 崔·鄭 (1966)에 의해서 이루어졌으나, 淡水域에서의 利用은 아직 없었다.

水界의 基礎生産量測定에는 放射性炭素法外에 많은 方法이 알려져 있으나, 特히 近來에 Ryther and Menzel (1965)에 의해 海洋의 基礎生産量調査에 있어서 放射性炭素法의 結果는 그곳의 有機質炭素分析結果와 잘 一致되어, 그 信賴도가 한층 더 높아졌다. 앞에서도 잠간 言及한 바와 같이 放射性炭素에 의한 淡水域의 基礎生産研究는 그다지 많지는 않으나, Rupp and DeRoche (1965)는 美國 Maine 地方의 3個의 湖水에서 魚類生産과 송어의 成長이 放射性炭素法에 의한 基礎生産량과 잘 一致된다고 하였고, Narver (19

67)는 British Columbia 의 Babine 湖에서 放射性炭素法으로서 湖水의 基礎生産량을 測定하여, 송어의 幼魚生産面에서 Goldman (1960), Hooper et al. (1961), Rupp and DeRoche (1965)등의 其他湖水域에서의 結果와 比較檢討하고 있다.

河川水域의 基礎生産량을 確實하게 把握하려면 流水域의 것만 아니고 附着藻類 (Periphyton) 등의 調査도 있어야 하나, 여기서는 漢江下流의 流水域의 基礎生産량과 河川의 物理化學的인 特性值, 植物플랑크톤의 色素量의 年間變動에 關해서 報告한다.

實驗方法

漢江下流水域의 調査定點은 서울近郊 광나루의 千戶橋上流쪽 約 100 m 地點이며, 江中央部の 最深部를 擇하였으며, 그 水深은 5.3~8.5 m 이었다. 1966年 4月부터 1967年 3月까지의 1年間에 걸쳐 約 3週間隔으로 (洪水期에는 避했음) 調査를 實施하였다.

透明度는 直徑 25 cm 의 Secchi 透明度板, pH는 Beckman 의 Pocket 型 pH meter 를 使用하고 溶存 CO_2 量은 西條(1952)의 全炭酸測定裝置로서 現場에서 測定하고, 溶存酸素量은 Winkler 法에 의했다.

放射性炭素에 의한 基礎生産量調査는 같은 試水를 使用하여 *in situ* 法과 tank 法을 같이 實施하였으며, 調査日에 午前 11時 30分前後에 定點에서 Van Dorn 型 採水器로서 表層, 透明度層, 底層에서 各各 採水하여, 試水 100 ml 에 $Na_2^{14}CO_3$ 에서 淡水用으로 製造한 放射性炭素의 水溶液 (放射能 3.00 μ c/ml) 1 ml 를 正確하게 注入하여 原採水水深에 懸垂하여, 正午부터 日沒까지 現場에서 光合成을 시켰다. 同時에 試水의 一部는 곧 實驗室로 運搬되어 100 ml 試水에 1 ml 의 放射性炭素의 水溶液이 注加되어, 光度 10,000 lux 의 晝光色 螢光 光合成水槽에 裝置하여, 流水狀態에서 3時間 光合成을 시켰다. 光合成을 시킨 뒤 處理와 Millipore 濾紙에 濾過된 植物플랑크톤에 吸收된 放射性炭素의 測定은 崔·鄭 (1966)에서 이루어진 方法에 準했다.

또 採水한 試水의 一定量 (500 ml)을 Millipore

濾紙에 濾過하여, 이것을 90% 아세톤水溶液에서 葉綠素를 抽出하여 (20時間), Beckman Spectrophotometer DU 로서 750, 665, 645, 630, 510 및 480 m μ 의 吸光度를 測定하여, Richards and Thompson (1952)의 式을 UNESCO-SCOR (1966)이 改定한 式에 의하여 Ch. a, Ch. b, Ch. c 및 植物性 칼로티노이드를 定量하였다.

植物플랑크톤의 細胞個體數는 同時에 採水한 試水 500 ml 를 實驗室에 갖여와 中性폴마린으로 固定, 沈澱시켜 그 一部를 檢索 計數하였다.

結 果

河川水의 水温, pH, 透明度의 年變化

1966年 4月에서 1967年 3월에 걸쳐 觀測된 水質要素와 基礎生産量을 Table 1에 總括한다.

1. 水 温

12月末頃에서 3月初, 中旬頃까지는 漢江下流 水域은 結氷期이다. 3月中旬頃의 解氷期부터 河川水温은 漸昇하여 8月下旬前後에 年間의 最高水温인 27°C에 到達하여, 그 以後는 다소 急速

Table 1. Annual variation of primary productivities of the Han River water.

Date	W.T. (C°)	pH	Trans- parency (m)	O ₂ (ml/l)	O ₂ Sat. (%)	Productivity						
						In situ Method			Tank Method			
						mgC/m ³ /hr	mgC/m ³ /day	mgC/m ² /day	mgC/mg· ch-a/day	mgC/m ³ /hr	mgC/m ² /day	
1966												
Apr. -12	12.2 12.7	6.5 6.8	2.3	7.60 7.68	100.7 102.8	0.26 0.40	3.12 4.80	14.6	3.9	—	—	
May - 4	15.1 15.2	6.8 6.5	2.4	6.87 6.86	96.8 96.9	3.99 2.07	47.88 24.84	117.1	28.7	2.60 1.74	103	
May -24	19.8 19.0	6.9 6.9	2.8	6.26 5.85	97.1 89.6	6.63 9.38	79.56 112.56	426.6	58.1	2.94 6.02	284	
June -14	23.1 22.5	7.1 7.2	3.3	6.01 5.92	99.0 96.6	3.55 3.08	42.60 36.96	192.3	5.4	3.66 4.26	226	
July -13	23.8 23.8	6.8 7.0	0.5	5.93 5.81	99.0 97.0	13.09 12.53	157.08 150.36	114.5	76.8	8.58 7.94	359	
Aug. -31	27.0 27.0	7.0 6.8	1.0	5.79 5.54	102.7 98.2	22.60 16.09	271.20 193.08	328.6	83.4	18.93 33.89	1,795	
Sep. -23	19.4 19.2	6.8 7.2	1.8	6.70 6.49	103.2 99.2	14.00 12.19	168.00 146.28	414.5	138.6	18.79 16.77	937	
Oct. -13	19.4 19.4	7.2 7.3	1.3	6.36 6.33	98.0 97.5	9.65 7.84	115.80 94.08	197.6	74.6	12.26 12.04	565	
Oct. -31	12.4 12.4	6.8 7.1	3.2	7.10 7.34	94.4 97.6	2.70 2.27	32.40 27.24	139.0	21.3	6.32 4.33	282	
Nov. -12	11.8 11.7	7.2 7.2	4.3	7.19 7.23	94.4 94.6	2.46 2.42	29.52 29.04	188.3	129.0	7.28 3.97	451	
Dec. - 1	2.6 2.9	6.8 6.7	1.6	9.10 8.91	95.5 94.2	0.17 0.91	2.02 10.88	19.0	13.8	2.75 2.98	184	
Dec. -23	1.2 1.2	6.8 6.7	3.5	9.33 9.45	94.2 95.4	0.14 0.04	1.72 0.47	4.7	1.1	1.44 1.29	87	
1967												
Jan. -19	0.2 0.2	6.5 6.7	3.5	9.64 9.72	94.7 95.5	*	*	*	*	1.88 1.53	126	
Feb. -15	0.2 0.2	7.0 6.8	4.0	9.75 9.83	96.6 95.8	*	*	*	*	0.51 0.71	39	
Mar. -14	5.8 6.0	6.9 6.9	0.5	8.67 8.83	98.8 101.2	2.75 1.95	33.02 23.44	20.0	42.6	2.99 3.98	125	

* Ice-covered

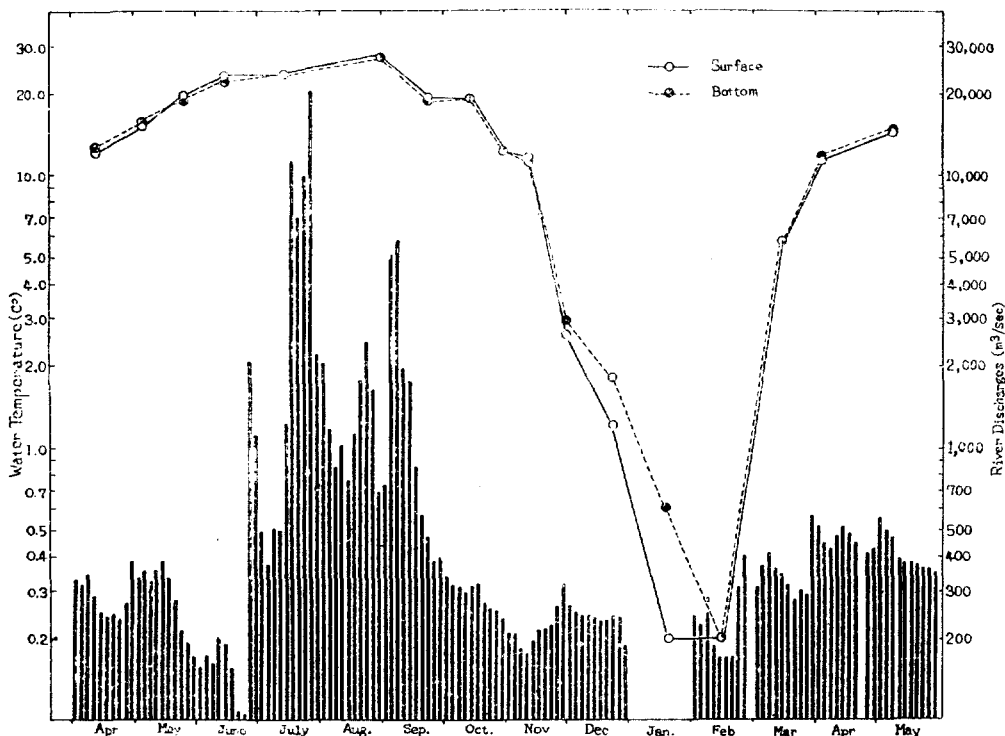


Fig. 1. Seasonal variations of the Han River discharge and water temperature.

도로 下降하여 2月中旬에 年間最低水温인 0.2°C에 이르게 된다. 즉 水温의 年變化는 8月下旬과 2月中旬에 兩極值를 이루게되는 溫帶地方 河川水의 特徵을 그대로 나타내고 있으며, 河川水温의 年間較差는 약 27°C, 年平均水温은 上層水에서 13.3°C, 下層水에서 13.2°C, 全水層에서 13.2°C가 된다 (Fig. 1).

한편 河川水温이 10°C 以上の 時期는 4月에서 11月中旬에 이르는 約 7.5개월 동안이고, 그외는 10°C 以下, 特히 1~2月的 寒冷期에는 0.2°C 前後의 冷水를 形成하게 된다.

定點附近은 恒常 상당한 流量이 있으므로 (Fig. 1), 上, 下層의 물이 잘 混合되어 水温의 成層現象은 全季節을 通하여 極히 貧弱하나, 그래도 11月末에서 12月初의 氣溫低下에 따르는 上層水의 冷却이 심해짐에 따라 下層水温이 다소 높게되나, 이것도 2月中旬의 最冷期때는 上, 下層의 對流와 물의 흐름에 의한 混交가 잘 되어, 河川水全體가 거의 0.2°C의 水温을 나타내게 된다. 이 때부터 5月初旬까지는 下層水温

이 0.1~0.5°C 程度 높은 水温을 維持하며, 5月中, 下旬에서 11月中旬까지는 日照關係로 上層水의 水温이, 0~0.6°C 程度 높게 된다.

2. pH

年間을 通해서 漢江下流水域의 pH는 6.5~7.3의 範圍로 變化하고 있고, 上層水의 年間平均値는 6.91, 下層水의 그것은 6.98로서 거의 差異가 없으며, 全水層을 合쳐서는 6.94가 된다. 그러나 水温이 10°C 以上の 季節에는 上層水의 平均 pH가 6.91, 下層水에서 7.03이나, 水温이 10°C 以下の 季節에는 上層水에서 6.80, 下層水에서 6.74로 되며, 高水温期에 다소 pH가 높다. 이리하여 漢江下流水의 pH는 거의 中性에 가까운 微酸性을 나타내고 있다.

3. 透明度

河川水의 透明度는 플랑크톤類, silt, clay 物質의 多寡 또는 其他의 汚染要素의 有無에 따라 크게 差異가 나는 것이나, 現在의 漢江水에서는 主로 植物플랑크톤과 洪水, 解氷期때의 増水에 의한 silt, clay 質 物質에 의하여 透明度가 變化되

고 있는 것 같다.

이調查는 洪水期에 濁水가 顯著할때는 調査를 避렸으나, 7月中旬과 3月中旬에 나타난 年間最少值의 透明度인 0.5 m의 記錄은 7月에는 洪水, 3月에는 解氷期의 增水가 各各 影響한 것 같다.

秋季에서 冬期에 걸쳐 (結氷期때는 約 1 m 直徑으로 어름을 깨고 測定되었음) 3.2~4.3 m의 透明度가 있었으나, 이것이 漢江下流水域의 最高透明度가 될 것 같다. 즉 透明度는 年間 <0.5~4.3 m로 變動하고, 洪水期와 解氷期에 한때 濁해지나 10月下旬에서 冬季에 걸쳐 透明度가 크지며, 春季에는 이것의 中間值를 나타낸다.

4. 溶存酸素量

溶存酸素量은 年間을 통해서 上層水에서 5.93~9.64 ml/L, 下層水에서 5.54~9.72 ml/L로 變動하고 있으나, 溶存酸素量은 水温에 따라 크게 含量의 差異가 난다. 이것을 水温 10°C를 規準으로 해서 보면, 10°C以上에서는 上層水에서 5.33~7.60 ml/L (平均 6.58 ml/L), 下層水에서 5.54~7.68 ml/L (6.51 ml/L)로서 거의 差가 없고, 10°C以下에서는 上層水에서 8.67~9.64 ml/L (9.15 ml/L), 下層水에서 8.83~9.72 ml/L (9.17 ml/L)로서 역시 差異가 없다. 이것은 水温, pH 등에서 上下水層의 成層이 보이지 않는 現象과 같이 물의 混交가 잘되고 있는 것을 意味한다.

한편 이것을 酸素飽和度에서 본다면 3月下旬의 89.6%를 例外로 한다면 大部分의 時期에서 94~95% 以上の 飽和度를 지니고 있어, 이것으로서도 汚染度가 적은 相當히 健全한 河川水라는 것을 알 수 있다.

基礎生産量の 年變化

放射性炭素에 의한 *in situ* 法과 tank 法에 의해서 이루어진 漢江下流水域의 基礎生産量에 關한 詳細한 結果는 Table 1에서 알 수 있다.

1. *in situ* 法에 의한 基礎生産量

結氷期를 除外하면 春季의 水温上昇과 더불어 植物플랑크톤에 의한 基礎生産量은 急激히 높아진다. 먼저 單位水量, 時間當의 基礎生産量은 4月初의 0.3~0.4 mgC/m³/hr에서 5月末에는 20倍가 넘는 6.6~9.4 mgC/m³/hr로 急增하여, 春季에서의 하나의 極值를 이루게 된다. 그 後 일

단 減少되어, 7月中旬에서 9月末까지의 期間동안, 특히 9月初에는 年間の 最高值인 16.1~22.6 mgC/m³/hr에 到達하여, 以後 基礎生産量은 水温低下에 따라서 低落되어, 12月下旬의 結氷期直前에는 0.04~0.1 mgC/m³/hr의 低值를 이루게 된다 (Table 1, Fig. 2).

이것을 透明度를 감안하여 물의 生産層 (euphotic zone)에서의 單位面積, 1日當의 基礎生産量으로 換算해 보면 그 推移는 大體로 單位水量, 時間當의 것과 差異가 없으나, 季節的인 植物플랑크톤의 增殖特徵이 한층 더 強調되어 春, 秋季의 大增殖現象이 顯著하게 나타나게 되며, 4~5月の 增殖期에는 427 mgC/m²/day, 9~10月の 增殖期에는 415 mgC/m²/day의 基礎生産을 이루게 된다. 물론 이것들은 年間の 높은 쪽의 兩極值를 形成하며 反面 겨울의 冷水期때는 약 5 mgC/m²/day 또는 그 以下로 떨어진다. 여기서 興味있고 注目할 것은 溫, 寒帶海域에서 볼수있는 바다의 植物플랑크톤의 春, 秋季의 大增殖現象이 漢江水에서도 일어나고 있는 現象이며, 冬季와 春, 秋季의 大增殖期사이에는 單位水量, 時間當으로서 230~425倍 以上, 生産層의 單位面積, 1日當으로서는 85倍以上의 基礎生産의 差異가 나게 된다.

2. tank 法에 의한 基礎生産量

tank 法에 의해서 이루어진 基礎生産量은 大體的으로 *in situ* 法에 의한 것과 同一하나 (Fig. 2), 5月에서 7月中旬까지는 *in situ* 法에서 얻은 값보다 약간의 低值를 나타내고, 9月末부터 3月까지의 結果는 反對現象이 나타났다. 이것은 같은 試水를 하나는 現場에서 現場光度와 現場水温에서, 그리고 다른 하나는 室內 光合成水槽에서 室內水温과 一定光度下에서 光合成을 시킴으로서 基礎生産量이 測定되었으므로, 光合成을 이루는 植物플랑크톤의 種類와 그 量에는 變動이 없었다고 하겠으나, 季節的인 植物플랑크톤의 flora 變遷에 隨伴되는 이것들의 光線, 溫度에 對한 光合成能은 各各 틀릴 것이 原則적으로 豫想된다. 이것은 後報의 植物플랑크톤의 種類組成分析에서 한번 더 言及되겠지만 *in situ* 法과 tank 法에 의한 基礎生産量이 季節적으로 틀리게 될것은

우선 먼저 光合成에 對한 水温의 影響이 考慮되며, 室內水温은 10~20°C로 變動하는 地下水源이기때문에, 5~7月頃은 現場水温보다 다소 낮았으므로 tank 法에 의한 값이 적어졌고, 反對로 9月以後 3月까지는 室內水温이 現場水温보다 높았으므로 tank 法에 의한 基礎生産量의 값이 크졌다고 推測된다.

tank 法에 의한 基礎生産量에서도 春季에 약간의 peak 를 이루고, 8月末 18.9~33.9 mg/m³/hr로서 年間의 最高値를 이룬뒤 減退되어 冬季의 低値에 到達되나, 2月中旬의 試水에서도 0.5~0.7 mgC/m³/hr의 基礎生産을 이루었었다.

植物플랑크톤의 色素量의 年變化

植物플랑크톤의 色素量은 大體的으로 植物플

랑크톤의 量에 比例한다. 그러나 조금 더 詳細하게 본다면 어떤 種類의 植物플랑크톤도 그 成長期에 따라서 마땅히 色素量의 差異와 光合成에 對한 差異가 있을 것이다. 事實 Madgwick (1966)는 *Dunaliella tertiolecta*, *Gymnodium*, *Isochrysis galbana*, *Nitzschia closterium*, *Skeletonema costatum* 등 數種의 海産植物플랑크톤에 있어서 이것들의 葉綠素量은 培養 3日에서 12日間に 最大色素量을 나타내고, 以後 줄어드는 結果를 報告하고 있으며, 여러가지 複合的인 綜合體로서, 나타나는 天然河川水의 分析結果에서 植物플랑크톤의 個體數, 그 色素量과 基礎生産量사이 에 뚜렷한 連關關係를 찾는 다는 것은 오히려 無理한 일일런지도 모른다.

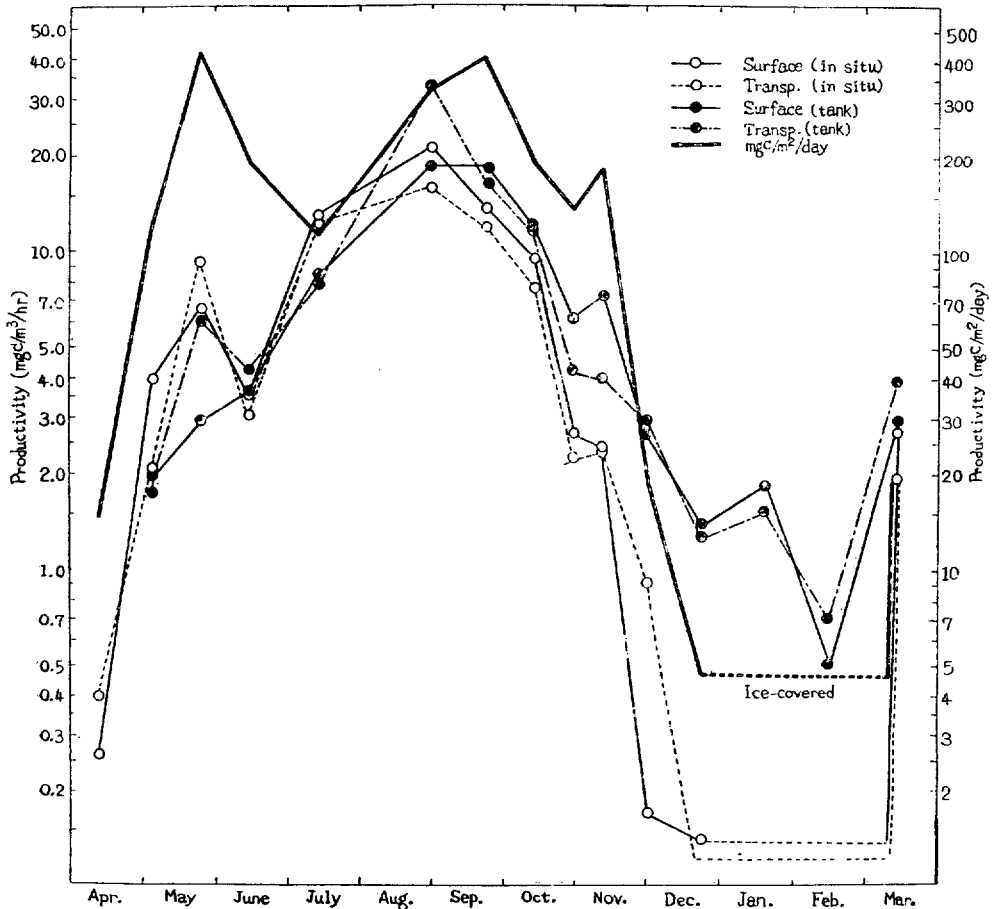


Fig. 2. Seasonal cycles of primary productivities of the Han River water from 1966 to 1967.

漢江下流水域에서 나타난 試水 I L 當의 植物 플랑크톤의 細胞個體數의 消長은 年間の 最低値는 11月中旬의 1,700~2,500 個體이었고, 最高値는 8月末의 216,000 個體이었다. 그리고 1~2 月の 冷水期에도 32,000~56,000 個體의 植物 플랑크톤이 나타나며 (Table 2 參照), 氷點에 가까운 冷水에 適應된 種類가 많이 나타나는 것이 注目된다. 이리하여 細胞個體數의 年間消長은 大體로 2~3 月에서 4~5 月까지 增加되어, 增水期에 減少되어, 9~10 월에 다시 增加하여 以後 減

少되는 年變化를 이루고 있다 (이것은 單位水量 當의 傾向이고, 全水域의 standing crop 은 水量을 감안해야 되므로 틀리게되며 이것은 後報에서 取扱하겠다).

基礎生産量測定時에 採水한 試水의 植物 플랑크톤의 色素量은 Table 2 에 表示한다. 이 중 光合成과 가장 關係가 깊은 Chlorophyll a 만을 對象으로 하면 이것의 單位水量의 含有量은 3~4 月の 水温上昇에 따라 漸增하여 6 月中旬에 4.1~6.7 mg/m³의 最高値를 記錄하고, 以後는 漸

Table 2. Annual variation of pigments of the Han River water.

Date	Pigments					Total phytoplankton cell number per L
	Ch. a (mg/m ³)	Ch. b (mg/m ³)	Ch. c (mg/m ³)	Plant carotenoids (mspu/m ³)	Ch. a (mg/m ²)	
1966 Apr. -12	0.86	0.20	0.74	1.3	3.77	57,540
	0.77	0.03	0.94	1.4		73,625
May - 4	0.75	1.07	2.71	0.4	4.08	61,720
	0.94	1.37	2.85	1.0		42,590
May -24	1.05	0.43	1.96	0.2	7.34	8,270
	1.56	-0.14	2.03	1.0		5,940
June -14	6.71	5.00	-0.15	3.0	5.82	12,330
	4.06	0.45	2.29	0.5		8,620
July -13	1.69	1.76	1.47	0.9	1.49	11,200
	1.29	1.29	2.14	1.4		13,400
Aug. -31	2.06	1.36	2.54	1.7	3.94	215,910
	1.87	1.88	4.32	0.8		24,072
Sep. -23	0.61	0.49	0.70	1.5	2.99	74,500
	1.05	1.30	3.33	1.6		68,750
Oct. -13	—	—	—	—	—	36,360
						30,950
Oct. -31	0.96	1.13	3.54	0.4	6.53	2,550
	0.94	1.34	3.39	1.8		4,490
Nov. -12	0.19	0.23	1.22	2.0	1.46	1,742
	0.07	0.91	5.90	1.5		2,510
Dec. - 1	0.36	0.54	1.95	1.3	1.38	2,610
	0.61	1.32	2.62	1.1		3,410
Dec. -23	0.51	0.32	0.91	1.1	4.41	5,240
	0.75	0.21	1.34	1.0		11,120
1967 Jan. -19	0.75	0.24	0.80	1.2	5.39	32,360
	0.75	0.24	0.80	0.9		31,950
Feb. -15	0.17	0.44	1.07	0.7	1.84	36,110
	0.28	0.40	1.02	0.1		55,980
ar. -14	0.53	0.04	2.14	-1.0	0.47	29,660
	0.47	0.67	1.69	0.9		28,210

減되어, 2月中旬에 0.2~0.3 mg/m³의 最低値에 이르게 된다. 冬季에도 相當數의 植物플랑크톤이 出現하나 그 色素量은 적다.

한편 Ch. a 量을 生産層의 單位面積當의 含量으로 換算하면 그 年消長은 單位水量當의 그것과 大差가 없으나, 다만 冬季에도 相當한 色素量이 나타나게 된다. 그러나 이것은 低水温의 탓으로 基礎生産에는 거의 貢獻을 하지 못하고 있다.

한편 生産層의 單位面積當 Ch. a 量과 *in situ* 法에 의한 單位面積, 1日當 基礎生産量에서 單位 Ch. a 量의 1日當 光合成量을 計算하여보면 (Table 2), 年間을 通해서 1.1~138.6 mgC/mg·ch. a/day의 變動을 하고 있으며, 春, 夏, 秋季에 크고, 冬季에 적은 年變化를 이루고 있다. 海洋의 基礎生産에서도 單位 Ch. a 量에 對한 光合成量이 夏季에 크고, 冬期에 尠다는 結果가 있지만 (Menzel and Ryther, 1961), 12月末의 1.1 mgC/mg·ch. a/day의 低値는 수궁이 가드라도, 秋季의 129~139 mgC/mg·ch. a/day의 高値는 海

洋의 基礎生産에서는 보기 어려운 現象이라고 하겠다.

考 察

漢江은 流程 514 km, 流程面積 27,27 達하는 南韓 第2位의 큰 河川系를 이루고 있으며, 今後 그 水資源은 多面的으로 利用 될 것이며, 따라서 河川水의 汚染도 점점 심해질 可望性이 크다. 그리고 漢江水系에는 많은 種類의 生物資源이 涵養되고 있고, 이 중 몇몇가지의 魚種은 水産業의面에서 또는 遊魚面에서 매우 重要한 役割을 할 수 있는 것이 있으며, 이것들은 現在 그대로 放置되거나 또는 濫獲되어, 資源이 破壞되어가고 있으며, 今後 積極的인 繁殖保護對策이 講究되어야 할 事情에 있는 것이 많다. 이러한 것에 對備하는 基礎的資料를 얻기위해 이 河川系의 陸水學的研究가 시작되었었다.

광나루 地域에서는 增水期때는 每分當 1,200,000 톤에 達하는 流量이 있고, 또 冬季의 涸水期때도 分當 15,000 톤의 流量이 있으며 (Fig. 1),

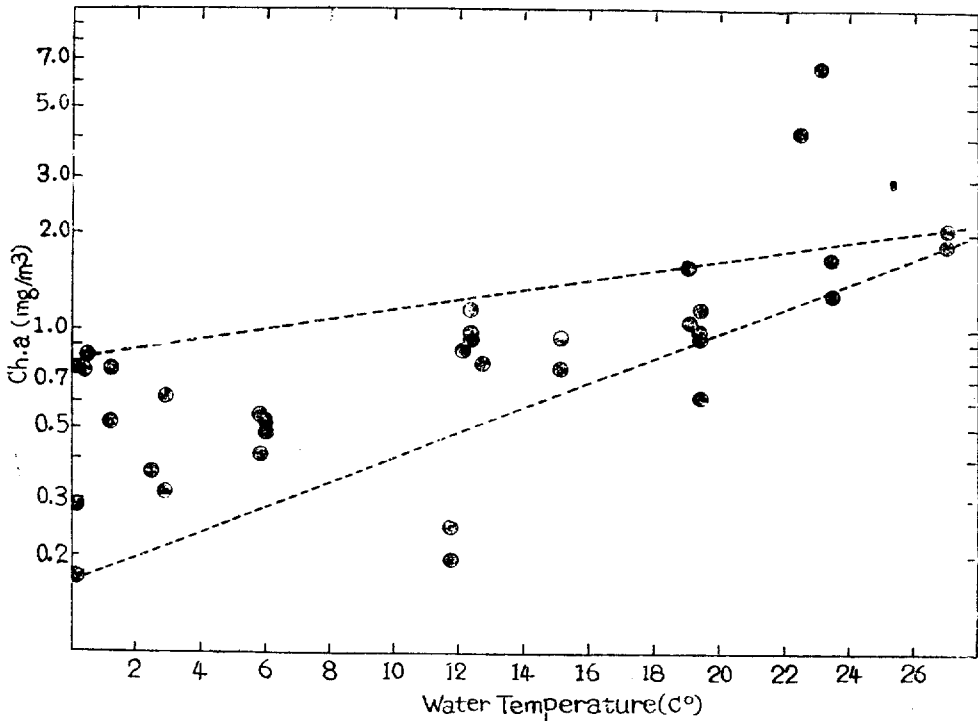


Fig. The relation of chlorophyll a to water temperature of the Han River water.

특히 定點地域에는 서울特別市の 上水道源이 設置되어 있으며, 그 一帶는 넓고 깊은 웅덩을 形成하고 있으므로 漁業面에서도 利用價値가 크다.

漢江下流水域의 水温은 夏季에 最高 27°C에 到達하여, 冬季 結水期에는 0.2°C 前後로 되며, 水温의 年間較差는 약 27°C가 되며, 年平均 13.2°C의 河川水를 이루고 있으며, 全季節을 通하여 水温, pH, 溶存酸素등의 上下水層의 成層現象은 거의 不生가 없는 均一한 水塊를 이루고 있다. pH는 年間 6.5~7.3의 範圍에서 變動하고 있으나, 上層水의 年平均値는 6.91, 下層水의 그것은 6.98이고, 上, 下水層을 合한 平均은 6.94가 되며, 거의 中性에 가까운 自然水를 이루고 있다.

透明度는 年間 0.5 m 以下에서 4.3 m에 이르고 있으며, 洪水期와 解水期에 얕고 秋季에 깊어지며, 春季에는 그 中間値를 나타낸다.

溶存酸素는 5.54~9.72 ml/L의 範圍로 變動하고 있고, 그 飽和度는 3月下旬의 89.6%를 除外하면 年間 94~95% 以上을 維持하는 깨끗한 河川水를 이루고 있다.

流水域의 植物플랑크톤에 의한 基礎生産量은 春季와 秋季에 植物플랑크톤의 大增殖期를 지나는 溫帶地域의 水塊特性을 나타내며, 이때 年間의 最高値인 415~427 mgC/m²/day에 達하고, 冬季의 冷水期에는 4.7 mgC/m²/day 以下로 줄어든다. 基礎生産에 關連이 깊은 植物플랑크톤의 色素量도 大體的으로 같은 年變化를 이루고 있다 (Fig. 3).

植物플랑크톤의 細胞數의 年間出現傾向은 8月末에 最高値인 216,000 個體/L가 記錄되었고, 最低値는 11月中旬의 1,700~2,500 個體/L이 있으며, 1~2月の 寒冷期에도 32,000~56,000 個體/L의 植物플랑크톤이 나타나, 冷水性플랑크톤의 臺頭가 顯著한 것이 注目되었다. 그러나 冷水期의 植物플랑크톤의 光合成은 極히 貧弱하다. 元來 水域의 基礎生産은 原則的으로 그곳의 植物플랑크톤의 standing crop의 質的, 量的狀況에 支配되는 것임으로, 基礎生産의 年變化는 植物플랑크톤의 種의 變遷과 그 生理的機能의 密接한 關係가 있게 된다. 여기에 많은 問題가 提起된다. 河川水의 植物플랑크톤에서도 바다의 植

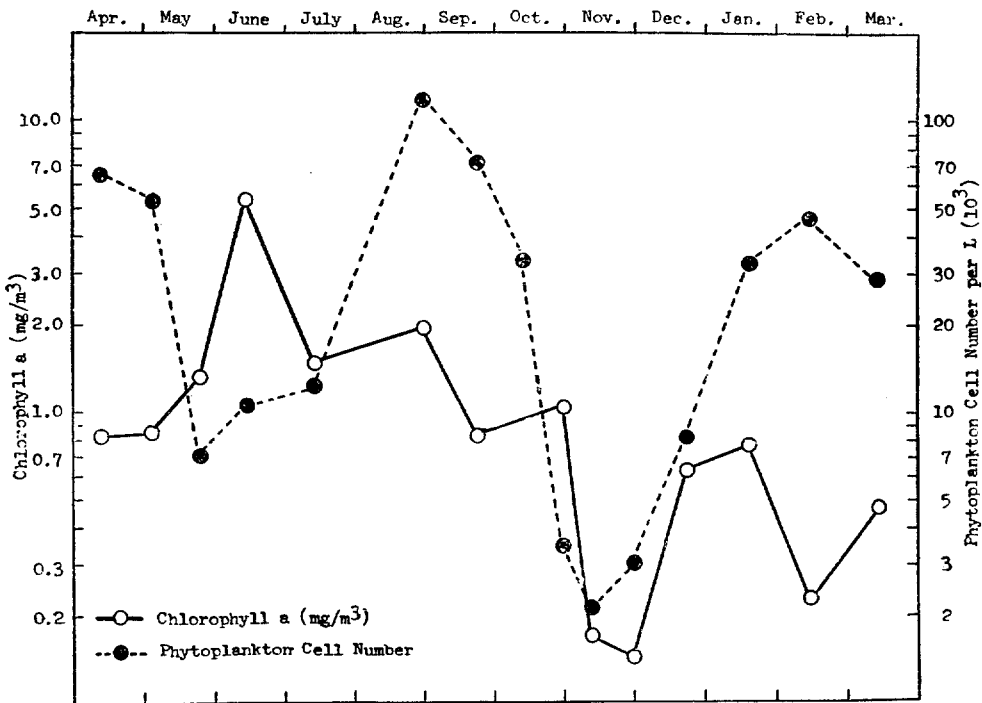


Fig. 4. Seasonal variations of chlorophyll a and phytoplankton cell number.

물플랑크톤과 같이 單位 Ch. a 量에 對한 光合成 量은 高水温期에 크고, 低水温期에 적다.

河川水温과 나타나는 植物플랑크톤의 Ch. a 量과의 關係는 Fig. 4에서 알 수 있는 바와 같이 역시 低水温期에 含量이 작고 高水温期에 含量이 많아지며, 河川水温과 그곳에 나타나는 植物플랑크톤의 Ch. a 量 사이에는 一定한 相關關係가 보인다.

文 獻

崔 相 · 鄭 允 和 (1966). 韓國沿岸水域의 基礎生産. 原子力研究所彙報, 3(1), 42-57.

Goldman, C. R. (1960). Primary productivity and limiting factor in three lakes of the Alaska Peninsula. Ecol. Monographs, 30, 207-230.

Hooper, F. M., M. A. Podoliak and S. E. Snieszko. (1961). Use of radioisotopes in hydrobiology and fish culture. Trans. Am. Fish. Soc., 90(1), 49-57.

倉茂英次郎 · 太田扶桑男 (1944). 朝鮮における主要河川の水中溶存栄養鹽類. (第1報). 夏季及び秋季の成績並に内地, 滿洲の河川との比較的考察. 日本海洋學會誌, 3(4), 225-231.

Madgwick, J. C. (1966). Chromatographic determination of chlorophylls in algal cultures and phytoplankton. Deep Sea Res., 13, 459-466.

Menzel, D. W. and J. H. Ryther. (1961). Annual vari-

ations in primary production of the Sargasso Sea off Bermuda. Deep Sea Res., 7, 282-288.

Narver, D. W. (1967). Primary productivity in the Babine Lake system, British Columbia. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24(10), 2045-2052.

Richards F. A. and T. G. Thompson. (1952). The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. J. Mar. Res., 11, 156-172.

Rupp, R. S. and S. E. DeRoche. (1965) Standing crops of fishes in three small lakes compared with C¹⁴ estimates of net primary productivity. Trans. Am. Fish. Soc., 94(1), 9-25.

Ryther, J. H. and D. W. Menzel. (1965). Comparison of the C¹⁴-technique with direct measurement of photosynthetic carbon fixation. Limnol. and Oceanog., 10(3), 490-492.

西條八東 (1952). 湖沼調査法. 古今書院. 東京.

Steemann-Nielsen, E. (1952). The use of radioactive carbon (C¹⁴) for measuring organic production in the sea. J. du Cons. Internat. Explor. Mer., 18, 117-140.

UNESCO (1966). The determination of photosynthetic pigments in sea-water, Monogr. on Oceanogr. Methodology 1, 11-18.