

# 水質汚濁에 關한 基礎的 研究

## - 漢江, 中浪川을 中心으로 -

韓 鍾 玉  
(서울産業大學 副教授)

### 1. 序 論

近年에 들어 産業의 發達과 市街地의 擴散에 수반하여 産業廢棄物의 量的, 質的인 증가는 周知의 事實이다. 여기에 수반하여 河川水質도 惡化되고 富榮養化現象을 나타내어 물에 關한 여러가지 社會的 價値를 저하시키고 있다.

生活, 産業, 國力이 向上되어가고 있는 가운데 環境문제에 의한 社會적 가치의 저하는 그것이 大氣, 河川, 湖, 海洋 어디에서도 發達과 는 반대로 退步를 나타내는 것으로 되어 重要한 문제로 등장되는 것이다.

한국에 있어서도 이러한 環境문제는 최근들어 활발히 進行되고 있으며 漢江, 낙동강, 기타 流域에 關해서 여러 보고서가 발표되고 있다. 이제까지의 漢江 등에 대한 연구는 將來수질을 예측하는 目的과 汚濁負荷量의 추정 등을 目的으로 한 것이 많고 手法으로는 Streeter-Phelps의 용존산소 Model 이나 美國環境廳(U.S.A EPA)에서 작성한 QUAL-II Model을 이용한 例 등이다.

그렇지만 Streeter-Phelps式, QUAL-II 모두 一般的인 河川에 適用可能하나 「使用한다」는 것과 「올바르게 解析한다」는 것과의 사이에는 커다란 缺(Gap)이 있는 것이다.

「올바르게 解析한다」는 것은 올바르게 「使用한다」는 것의 基本이라고 생각할 수 있다. 예를 들면 Streeter-Phelps式에서는 脫酸素係數를 한개의 係數로 나타내고 있다. 여기에는 有機物分解, 植物 Plankton의 호흡 硝化에 따른 消費, 河床底泥에 의한 酸素 消費가 포함되고 이것을 實驗室內에서 BOD試驗으로 求한 反應係數로서 나타내었다.

河川水가 움직인다는 것을 생각하면 靜的인 條件下에서 求한 反應係數(底泥의 影響은 포함되지 않음)가 어느 程度 不適合하지 않나 생각도 된다.

한편, QUAL-II Model은 各種 河川에 適用可能한 꼴로 發達되어 왔으나 Point Source, non-point source 모두 正常狀態下에서의 適用이 前提되고 있다는 것과 初期條件이 주어지는데 따라 結論이 決定된다고 하는 數理Model의 宿命을 가지고 있다. 따라서 이것을 올바르게 解析하고 適用하기 위하여서는 (河川의 動的인 狀態에 對한것) 판단 基準을 明確히 하지 않으면 안된다. 이러한 모양으로 종래부터 使用되어온 評價方法에는 앞으로 몇개의 檢討 課題가 남아 있는 것이다. 이러한 것들을 考慮할때 앞으로 河川水質의 將來 豫測에 있어서는 올바른 現狀의 理解, 그 중에서도 特徵的인 舉

動 (behaviour) 의 解析, 水質의 支配因子의 評價 등을 考慮할 必要가 있다고 생각된다.

本 研究는 漢江 水質에 커다란 影響을 주고 있는 中浪川水質과 漢江水質이 어느 程度의 關係를 가지고 있는가, 또 그 特徵은 무엇인가 등을 水質 Data를 基礎로 해서 考察한 것이다.

## 2. 調査方法 및 水質分析

調査는 主로 1981年~1986年에 걸쳐 行해 졌다. 漢江의 調査地點은 Fig. 1에 表示된 똑도(Tukdo)와 보광水源池이며 이 사이는 約 4.7km 떨어져 있으며 보광水源池 바로 上流에는 中浪川이 流入되는 地點이 있다. 또 漢江에서는 浚渫이 실시되어 1986年以後는 河床의 汚濁이 크게 減少되어 있다고 생각된다.

하천별	수 량	갈수량	저수량	평수량	풍수량
한 강 본 류 ( $10^2 m^3/s$ )		0.8	1.4	2.1	3.9
중 량 천 ( $10^0 m^3/s$ )		0.6	1.4	3.1	6.7
중량천 / 한강본 류×100		0.7%	1.0%	1.5%	1.7%
처 리 수 ( $10^0 m^3/s$ )	←3.7 - 4.5 →				
처리수 / 한강본 류×100	4.6%	2.6 - 3.2%	2.1%	1.2%	

단, 처리수는(중량천 방류+청계천 방류)의 합계

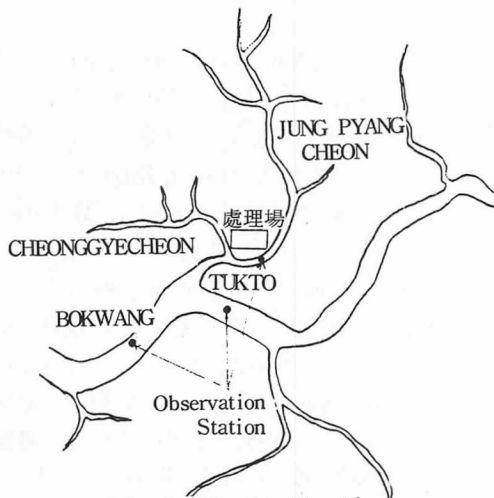


Fig.1 調査地點

中浪川의 調査地點도 Fig. 1에 表示했으나 그 地點은 下水處理場 附近이며 청계천과의 合流前의 地點이다. 下水處理場의 處理水量과 漢江水量과의 比率는 概略 다음과 같다. (청계천 流量은 미측정)

水質測定 項目은 Temp. pH. BOD. COD. SS, 이고 分析은 上水試驗方法에 따랐다.

## 3. 調査結果 및 考察

漢江 本流와 中浪川 水溫의 年間 變動은 大략 冬期에  $2^{\circ}C$ , 夏期에  $23 \sim 26^{\circ}C$ 를 나타내는 Sine curve의 모양과 近似하다. 여기에 따른 DO의 飽和量은 Ricker氏에 의한 1934年에 報告된 式, 여기서

$$C = \frac{760 - \alpha h}{760} \frac{760 + \beta Z}{760} C\theta$$

$C$ : 絶對 包和量 ( $mg/l$ )

$C\theta$ :  $\theta^{\circ}C$ ,  $760 mg Hg$  飽和 수증기 壓力 下에서 飽和하는 Gas 容積 ( $ml$ )

$\alpha, \beta$ : 높이와 깊이에 係數,

통상  $\frac{760 + \beta Z}{760} = 1$ 로 놓는다.

에 의하면 冬期에서 約  $10.0 mg/l$ , 夏期에  $5.8 mg/l$ 로 된다. 이 값으로부터도 河川中의 DO가 낮은 경우에는 재폭기 (re-aeration)에 의해 大氣中으로부터 水中으로의 供給이, 河川中의 DO가 飽和量보다 큰 때에는 逆으로 재폭기에 의해 河川으로부터 大氣中으로 酸素가 移動된다는 것을 알 수 있다. Fig. 2-1에 漢江쪽도 Tukdo (Black) 보광 (white  $\Delta$ ) 地點의 溶存 酸素濃度의 月別 測定값의 經年變化를 나타냈다. (그림중 點이 없이 實線만 그려진 curve는 飽和 和溶存 酸素의 濃度이다).

이 그림으로부터 上流側의 똑도에서는 거의 1年을 通해서 DO가 過飽和이고 보광에서는 1985年을 境界로 해서 飽和度가 달라 1981年~1984年에서는 봄부터 여름에 걸쳐서, 1984年엔 가을에 溶存 酸素濃度가 飽和值보다도 減少하고 있다는 것을 알았다.

이 이외에 月에 따라 過飽和를 나타낸 것은 漢江에서는 光合成이 進行되는 plankton의 成長에 의해 酸素의 供給이 잘되고 있음을 意味

한다.

Fig. 2-2에 나타난 바와 같이 中浪川은 漢江과 달리 1年을 통해서 溶存酸素濃度가 不足하고 여름철에는 溶存酸素가 아주 燒失되어 버리는 경우 등이 있음을 알 수 있다.

streeter-phelps의 式

$$\frac{dl}{dt} = -k_1 \cdot \frac{dl}{dt} = -k_1 l - k_2 D^*$$

여기서,  $l$  : BOD量

$K$  : 酸素消費係數

$K_2$  : 再曝氣係數

$D^*$  : 酸素不足量

그런데  $k_1$ ,  $k_2$ 에 대해서는 그값이 주어지지 않다. 漢江, 中浪川의 例로부터  $D^*$ 은 크기와 方向이 月에 따라 變하고 1985年以後의 漢江에서는  $D^*$ 가 不足한 側에서 過飽和側으로 移動하고 여기에는 浚深에 의한 河床의 影響이 考慮되는 등 溶存酸素에 대해서도(streeter phelps 式을 超過) 酸素收支를 決定하는 各 要因相互의 重要度를 考慮하지 않으면 本質的인 將來 豫測을 하기에 困難할 것이다. 폭기係數  $k_2$ 는 平常狀態에 있으면 平均的인 差異가 적다고 생각된다. 따라서 酸素收支를 決定하는 要因으로서의 앞으로는 水中의 酸素消費, 底泥의 酸素消費 등이 重要하게 된다고 생각된다.

Fig. 3-1, 3-2에 漢江本流 2개 地點과 中浪川의 BOD의 水質經時變化를 나타내 보았다. 中浪川의 BOD는 20 mg/l에서 120 mg/l로 진 폭이 컸고 漢江本流에서는 中浪川 合流點부터 下流의 보광에서는 中浪川과 마찬가지로 BOD의 範圍가 큰것에 비해 湄도에서는 그 程度 크기의 變化는 없었다.

河床 浚深이 끝난 1985年以後의 BOD의 진 폭은 컸고 이 傾向은 中浪川의 BOD와 거의 같고 또 全體的인 흐름으로 봐서 湄도와도 類似했다. 降雨量이나 流量 Data에 대한 檢討가 없어서 이러한 傾向이 流量에 起因하고 있는지의 여부는 判定하기가 困難하다. Fig 4-1, 4-2에 各 地點의 COD 水質의 經年變化를 表示했다.

河床浚深이 끝난 1985年以後 湄광의 COD 平均値는 4.5 mg/l 이고 1985年以前의 約 5.5 mg/l에 비해 15~20% 程度 減少했고 BOD에 비해서 浚深效果가 있다고 볼 수 있다.

COD와 BOD의 比率은 湄도, 湄光 共に 거의 1 : 1로 되었다. 이것은 河川水中에 포함되

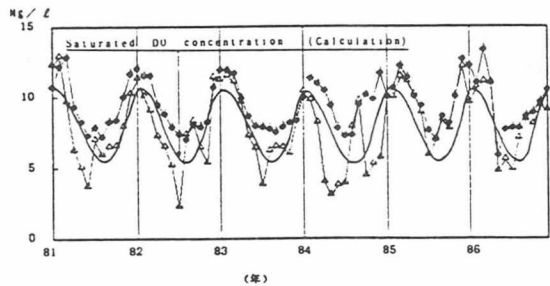


Fig.2-1 THE VARIATION OF DO

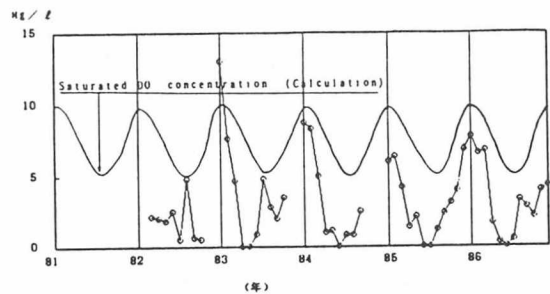


Fig.2-2 THE VARIATION OF DO  
(JUNGRYANGCHEON)

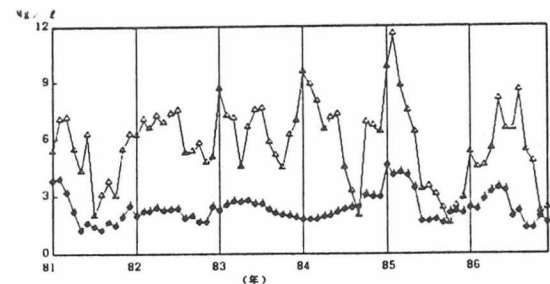


Fig.3-1 THE VARIATION OF BOD

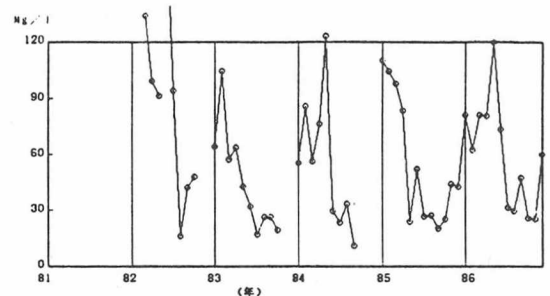


Fig.3-2 THE VARIATION OF BOD  
(JUNGRYANGCHEON)

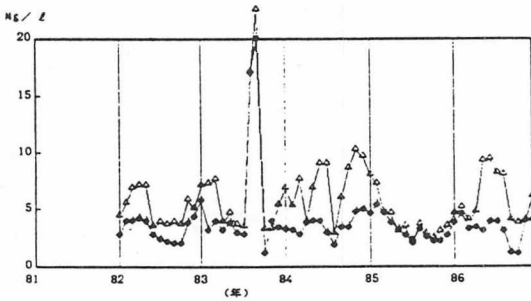


Fig.4-1 THE VARIATION OF COD

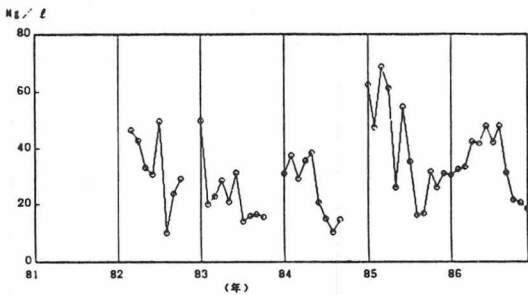


Fig.4-2 THE VARIATION OF COD (JUNGRYANGCHEON)

어 있는 有機物의 대부분이 生物 分解性의 良好한 것이라는 것을 암시한다.

이러한 水質은 自淨作用에 의한 淨化의 效果를 기대할 수 있음과 同時에 生物接觸酸化法에 의한 人工적인 淨化의 效果도 크다는 것을 意味한다.

BOD, COD에 共通하는 것은 水質變動이 커서 QUAL-II Model을 適用하는 前提條件인 「定常狀態」와는 전혀 다른 舉動을 나타내고 있다. 따라서 漢江의 將來 水質을 Simulation하는 경우 QUAL-II Model을 利用하는데에는 限界가 있음을 알고있지 않으면 안된다.

이렇게 水質變動이 큰 河川에서는 水質變動의 因子를 조사하여 그 結果로 부터 推定하고 그 因子에 對한 實驗을 通해 Simulation하는 것이 보다 現實的인 將來 豫測이 될것으로 사료된다.

#### 4. 結 論

漢江本流의 支川인 中浪川의 水質과 漢江水質

과의 水質經年 變化로부터 漢江水質의 特徵에 對하여 考察했다.

그 結果 水質의 特徵으로서는 水質變動이 현저히 크고 特히 中浪川이 流入하는 地點의 下流에 있는 보광에서는 BOD의 最大值, 最小値는 約 6~7倍의 差가 있고 또 COD에서도 約5倍의 差가 있음을 알았다.

浚渫에 依한 效果는 溶存酸素로 잘 나타나고 있으며 한편 BOD의 變動은 浚渫後가 浚渫前에 比해 현저하고 今後 계속적인 檢討가 必要하다고 사료된다.

#### 謝 辭

本 研究를 위해 漢江 및 中浪川의 많은 資料를 提供해 주신 환경청 및 서울市 관계관 여러분들께 깊은 감사를 드립니다.

#### 參 考 文 獻

1. Mitsuru Takasaki, Atsuhisa Sato; A study on dissolved oxygen budget in natural lake and in Artificial lake, proc. of Environ and sani. Eng. Research, vol. 20, 1984.
2. Andersen, J.M; Rates of Denitrification of undisturbed sediment from six lakes as a function of nitrate concentration, oxygen and Temperature, Arch. Hydrobiol., 80, 1977.
3. 市川新; 都市河川의 環境科學, 培風館, 1980.
4. 國立環境研究所; 中浪川流域 水質環境調查, 1984. 12.
5. 國立環境研究所; 全國主要河川基礎調查, 1983.
6. 韓國科學技術研究所; 漢江 및 洛東江의 基礎水質, 水量 및 流域別 汚染源에 關한 調查研究, 1978.
7. 環境廳; 汚染深化 河川의 水質環境 淨化, 1987.
8. 建設部; 漢江 河川整備基本計劃, 1987.
9. 建設部; 漢江流域調查報告書, 1978.