

## 京安川 流域의 土地利用에 따른 河川水質의 變化

任良宰<sup>1</sup> · 金允東\* · 方濟龍

中央大學校 理科大學 生物學科, 韓國人蔘煙草研究院\*

## Changes in Stream Water Quality According to Land Use at Kyong-an Stream

Yim, Yang-Jai, Yoon-Dong Kim\* and Je-Yong Bang

Department of Biology, College of Science, Chung-Ang University

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute\*

### ABSTRACT

The relationship between land uses and water quality was investigated at Kyong-an Stream. Some 70% of this watershed was forested area, half of which was comprised of *Pinus densiflora* community.

Concentrations of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , total nitrogen,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , DO, and BOD increased gradually from upstream to downstream, whereas heavy metals did not have such tendency with the exception of a few sites. Urban area was significantly correlated with hardness and chloride concentration. Relationship among phosphate concentration(P), cultivated field area(F), and stream length(S) in each basin was  $P = 1.7912 F/S + 0.0103$ . The concentration of  $\text{NH}_4^+$  was positively correlated with the population size and cow density within the catchment. The effect of urban area(U) and stream length on the pH(pH) was represented by  $\text{pH} = -4.7344 U/S + 6.52$ .

It can be concluded that the control of nonpoint source pollution as well as point source pollution is one of the important problems of water quality management, especially geological properties must be considered for sustainable development.

**Key words:** Kyong-an Stream, Land use, Point source pollution, Water quality, Watershed

### 緒 論

京安川은 首都圈의 給水源인 八堂湖에 流入되고 있는 主要 河川의 하나로서 그 流域은 人口密度가 比較的 높을 뿐만 아니라 多樣한 環境을 지니고 있어 八堂湖의 水質管理上 많은 注目을 받고 있다. 이 때문에 京安川의 水質에 影響을 미치는 自然條件, 土地利用, 汚染源의 分布, 水質變

<sup>1</sup> 現所屬: 韓國生態系研究所

本研究는 1991년도 韓國科學財團支援 目的基礎研究費에 의하여 遂行되었음.

化 등에 關한 研究가 切實히 要求된다. 그러나 이제까지 京安川의 水質에 關한 相當數의 研究報告가 있음에도 不拘하고 土地利用型과 水質과의 關係를 밝힌 研究는 아직 없다.

漢江 流域의 人口密度, 土地利用, 地質組成, 菅養鹽類 堆積物 등 環境要因과 水質과의 關係를 數學 model에 依據하여 將來의 水質, 그리고 菅養鹽類 등의 濃度를 포함하는 水質의 動態를 豫測한 Nakane 등(1984)의 研究에 의하면 漢江의 水質은 土地利用型에 따라 크게 좌우되고 있다.

한편 Osborne과 Wiley(1988)는 河川으로부터 內陸을 향하여 等間隔으로 區劃하여 流域의 土地利用과 水質과의 關係를 밝힌 研究에서 汚染源의 距離와 水中汚染濃度와는 逆相關이 있음을 밝힌 바 있다.

그 밖에 陸上의 植生分布狀況, 地形 그리고 土地利用이 水質에 미치는 影響에 關한 研究는 最近 20年 사이에 世界各地에서 活潑해지고 있다 (Aubertin and Patric 1974, Stroud and Martin 1973, Miller *et al.* 1982).

이러한 現實的 必要와 이 方面의 最近 研究傾向을 참작하여 本 研究에서는 京安川 流域의 11個 支流域을 選定하여, 河川流域에서의 土地利用型이나 人間活動의 程度가 水質에 어떤 影響을 미치는가를 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 地形과 氣候

京安川(길이 49.5 km)은 廣州郡과 龍仁郡의 境界에서 發源하여 八堂湖附近에서 南漢江과 合流하고 있다. 流域의 總面積은 565 km<sup>2</sup>에 달하며 그 流域內에는 龍仁邑과 廣州邑이 있고 龍仁邑에는 각종 工場과 自然農園, 交通이 빈번한 市街地가 있다. 同 流域은 대체로 武甲山(578 m), 冠山(555 m), 函朴山(340 m) 등의 高地帶와 盆地에 발달한 農耕地로 兩分되며 首都 서울과 가까운 距離에 있어 農工의 產業과 觀光產業이 활발한 地域으로서 土地利用相이 매우 多樣하다.

Yim과 Kira(1975)에 의하면 溫量指數(warmth index:WI)는 98.4°C · month, 寒冷指數(coldness index:CI)는 -27.4°C · month, 最大蒸發散量(potential evapotranspiration:PE)은 729 mm / yr을 나타내고 있다. 平均年降水量(annual precipitation:P)은 1,239mm / yr, 流出量(water surplus:S)은 510 mm / yr, 물 부족량(water deficiency:D)은 없으며, Thornthwaite(1948)의 濕潤指數(moisture index:Im)는 70, Kira의 乾濕指數(humidity / aridity index:K)는 10.5를 나타내 過濕地(K>10)에 해당한다(Yim and Kira 1976). 그리고 楊平氣象臺資料에 依據한 Climate-diagram(임과 김 1983)을 보면 年中 夏季(6~8月)에 降雨가 많은 夏季多雨型에 속한다.

### 土地利用型 分析

國立地理院 發行 1:50,000의 地形圖를 토대로 京安川 流域의 11個 支流域을 擇하여 森林과 非森林地域으로 區分하고 非森林地域을 다시 경작지(논 · 밭), 시가지, 도로 등으로 區分하였다.

또한 既存文獻(環境廳 1989a) 등을 參考하고 現地調查를 통하여 現存植生圖를 作成하였고 京安川內의 16個 集水域中 11個 集水域을 擇하여 1:50,000의 土地利用圖를 作成하여 集水域의 土地利用現況과 植生型別 分布面積을 구하였다. 또한 統計年譜(廣州郡, 楊平郡, 龍仁郡)와 現地確認調查에 의하여 聚落分布, 人口分布, 家畜飼育現況 등을 파악하여 各 集水域別 土地利用現況, 人口密度 및 家畜密度, 集水域 및 流量 등을 算出하여 水質과의 關係를 檢討하였다.

### 水質調査

京安川 本流에서는 7個 地點(Site A, B, D, E, F, H, K)와 龍仁 自然農園에서 流入되는 支流에서 1個 地點(Site C), 廣州邑 松亭里에서 流入되는 支流에 1個 地點(Site G), 草月面 武甲里에서 流入되는 支流에서 1個 地點(Site I), 退村面 元堂里에서 流入되는 支流에서 1個 地點(Site J), 退村面 道馬里에서 流入되는 支流에서 1個 地點(Site L), 上번천리, 하번천리 一帶에서 流入되는 支流에서 4個 地點(Site P, O, N, M) 總 16個 地點에서 1991年 6月 6~7日에 採水하였으며 集水域의 구분이 명확하고 특성이 비교적 유사한 11개를 선정하였다 (Fig. 1).

水溫(water temperature: WT)과 pH는 Horiba Water Analyzer(Model U-7)을 使用하여 現場에서 測定하였고 生物學的 酸素要求量(biochemical oxygen demand: BOD), 化學的 酸素要求量(chemical oxygen demand: COD), 溶存酸素量(DO), 硬度, 總窒素(total kjeldahl nitrogen: TKN),  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^- \text{-N}$ , 부유물질(SS),  $\text{Cl}^-$ , 구리, 철, 납, 아연, 카드뮴에 대해서는 實驗室에서 APHA, AWWA, WPCF의 Standard Methods(1971) 方法으로 分析하였다.

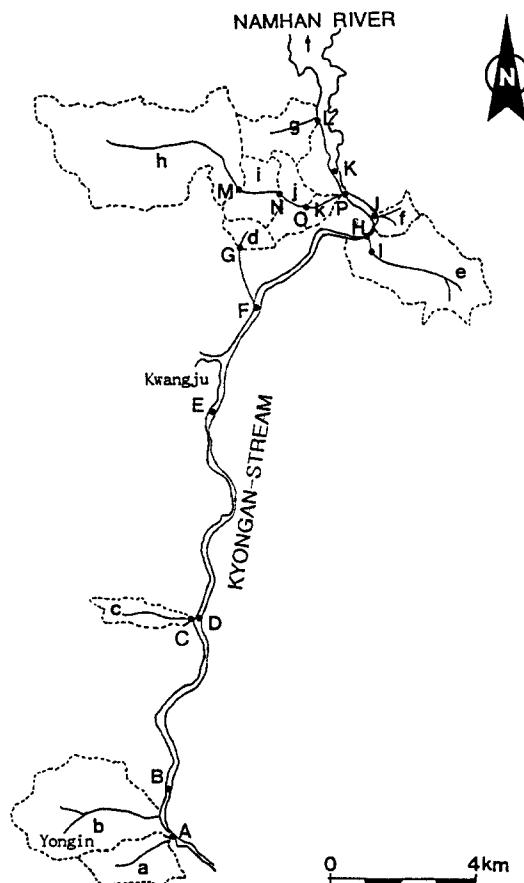


Fig. 1. The sampling sites (A-P) for stream water and the studied catchments (a-k).

### 結果 및 考察

Table 1에서 보는 바와 같이 調查한 全體 集水域  $66.58 \text{ km}^2$  中 森林面積이 차지하는 比率은 70.0%, 논은 10.5%, 밭은 4.2%, 市街地 및 住居地는 14.0%였으며 삼림면적 중에서 소나무군락이 49%를 차지하였다. 環境廳에서 發行된 韓國環境年鑑(1989b)에 의하면 全國土中 森林面積이 66.5%, 논이 12.7%, 밭이 9.7%, 市街地 및 住居地가 1.8%인 것과 比較하면 本調查域의 森林이나 논의 面積分布는 全國과 별 차이가 없으나 밭면적은 작은 반면에 市街地 및 住居地가 차지하는 면적은 全國에 비하여 높았다. 이는 開發制限이 많은 林野나 논은 比較的 保存된 反面에 開發이 容易한 밭이 市街地나 住居地로 변했음을 시사하고 있다. 이것은 韓國環境年鑑(環境廳, 1989b)에서 土地利用의 年間推移를 보면 畜이나 林野는 거의 變化가 없는 반면에 밭은 줄고 垦地는 增加하는 傾向을 나타내고 있는 것과 대체로 一致한다.

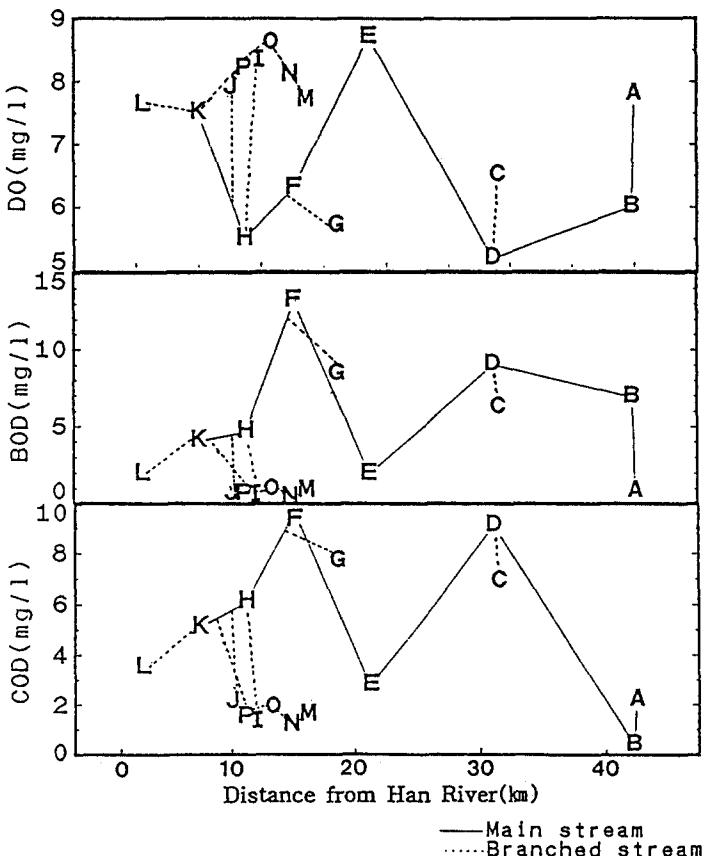
### 水質

Fig. 2에서 보면 DO는 地點 E에서 8.7

**Table 1.** The area of land use types in eleven selected stream basins ( $\text{km}^2$ )

Land use type		Watershed											Total
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	
Forest	area	2.42	6.41	0.90	1.37	7.64	1.13	2.39	21.44	1.14	1.33	0.43	46.60
	ratio*	0.50	0.47	0.32	0.72	0.79	0.86	0.74	0.93	0.63	0.51	0.25	0.70
Paddy field	area	1.04	2.00	0.43	0.28	0.85	0.08	0.31	0.35	0.16	0.72	0.80	7.02
	ratio	0.21	0.15	0.15	0.15	0.09	0.06	0.10	0.02	0.09	0.28	0.46	0.11
Dry field	area	0.20	1.50	0.01	0.01	0.38	0.04	0.30	0.07	0.13	0.14	0.02	2.80
	ratio	0.04	0.11	0.00	0.01	0.04	0.03	0.10	0.00	0.07	0.05	0.01	0.04
Urban	area	1.20	3.75	1.43	0.21	0.83	0.04	0.17	1.00	0.23	0.36	0.06	9.28
	ratio	0.25	0.27	0.51	0.11	0.09	0.03	0.05	0.04	0.13	0.14	0.03	0.14
Road, etc.	area	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.03	0.08	0.10	0.14	0.05	0.42	0.88
	ratio	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.08	0.02	0.24	0.01
Total		4.88	13.66	2.79	1.89	9.70	1.32	3.25	22.96	1.80	2.60	1.73	66.58

\* The ratio of land use type in each basin.



**Fig. 2.** The variations of DO, BOD, and COD from the downstream to the upper stream of Kyong-an Stream.

mg /l로 가장 높았으며 龍仁自然農園을 통과한 支流가 합쳐지는 地點 D가 5.2 mg /l로 가장 낮은 값을 나타냈는데, 이는 有機物이 많은 畜產糞尿가 河川으로 流入되었기 때문으로 여겨진다. DO 값이 크게 낮은 B와 F 地點은 각각 龍仁邑과 廣州邑을 지나므로 都市化로 인하여 용존산소량이 매우 낮아진 것으로 보인다. BOD는 廣州邑에서 流入된 물이 합쳐지는 F 地點이 13.2 mg /l로 가장 높았으며 龍仁邑과 廣州邑의 생활하수로 인하여 B와 F 地點에서는 급격한 增加를 보였다. COD는 BOD와 비슷한 경향이나 龍仁邑을 지나는 B 地點에서 BOD 값이 높은 것은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 硝素化合物에 의한 汚染이 심하기 때문으로 생각된다. 龍仁邑을 지나는 B 地點은 총 질소와 암모니아성 질소의 양이 매우 높은 반면에 질산성 질소가 낮을 뿐만 아니라 Fig. 2에서 보면 용존산소량이 적은 것으로 보아 龍仁邑으로부터 하천으로 많은 양의 유기물이 유입되고 용존산소량이 부족으로 인하여 암모니아성 질소가 많은 것으로 여겨진다.

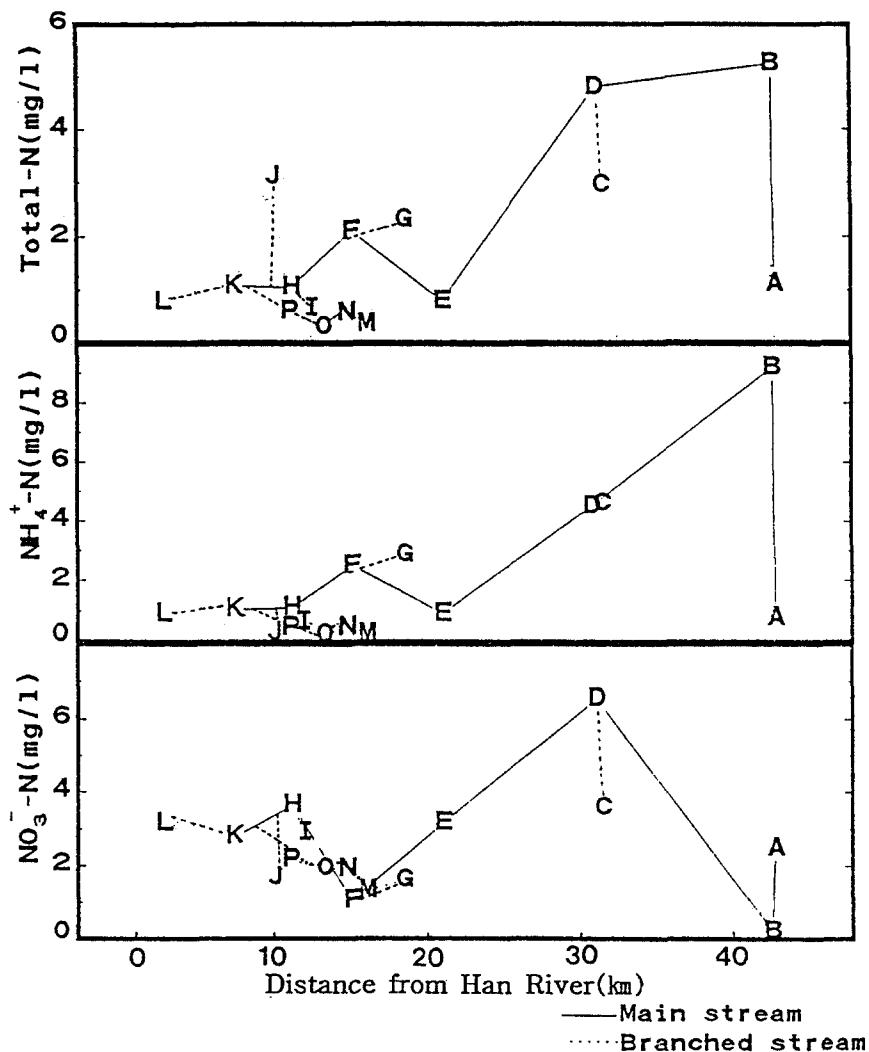
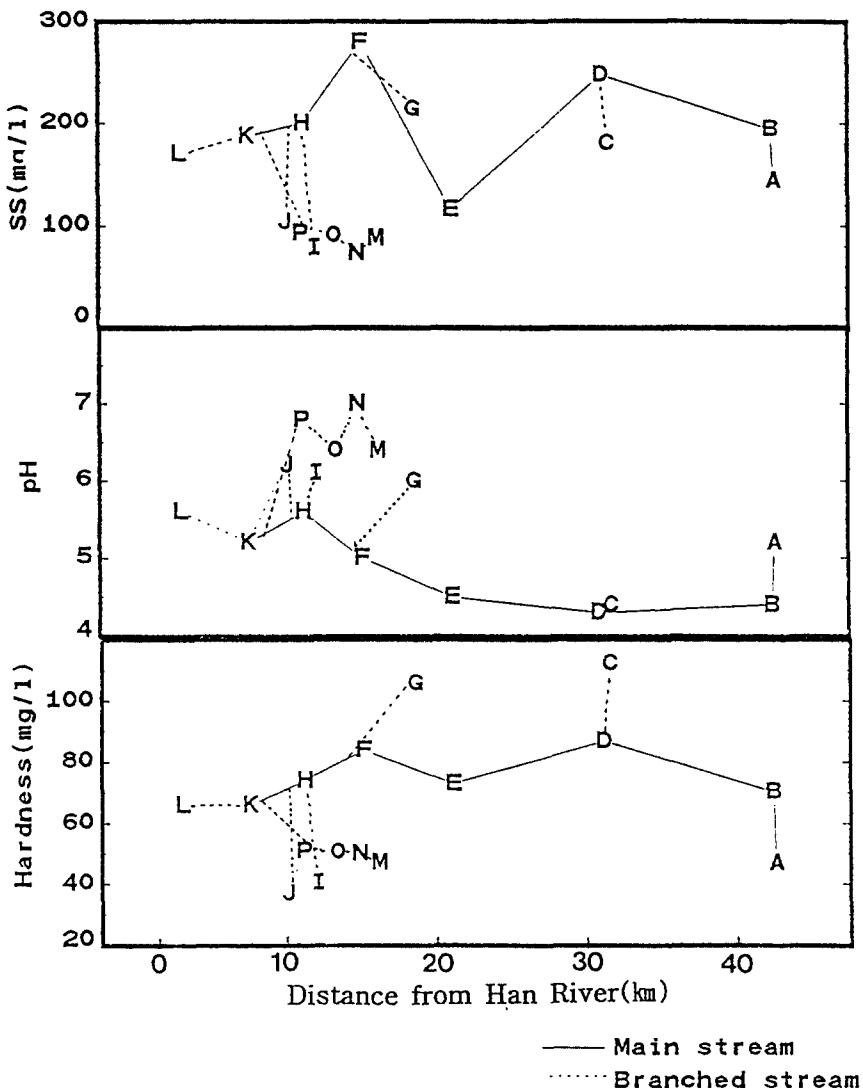


Fig. 3. The variations of total, ammonia, and nitrate-nitrogen from the downstream to the upper stream of Kyong-an Stream.



**Fig. 4.** The variations of suspended solid (SS), pH, and hardness from the downstream to the upper stream of Kyong-an Stream.

浮遊物質은 廣州邑을 지나면서 급격히增加하여 F 地點이  $280 \text{ mg/l}$ 로 가장 높았지만 龍仁邑을 지나는 B 地點은 약간의增加가 있을 뿐이다. pH는 上流에서 下流로 갈수록 4.4에서 5.6으로增加하는 경향을 보이고 있다. 물의 경도는 龍仁自然農園 支流인 地點 C가  $112.5 \text{ mg/l}$ 로 가장 높았고 다음은 地點 G인데 이 곳은 廣州邑 송정리 일대의 양계장에서 유입된 물로  $106.0 \text{ mg/l}$ 를 나타냈다. 경도는 수중의  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  양에 대응하는 것으로 주로 지질에 의한 것으로 Fig. 4에서 보듯이 地點 C와 G를 제외하면 차이가 없으며 이 두 地點은 蓄產糞尿에 의하여 높은 것으로 생각된다.

염소이온 농도는 주로 사람의 배설물에 많은 양이 포함되어 있으므로 생활하수에 의한影響으

로 龍仁邑을 지나는 地點에서는 염소의 함량이 높아지므로 다른 요인보다는 人口에 의한 汚染이 주요인으로 생각된다. 그러나 廣州邑을 지나는 地域은 다른 水質 항목을 고려한 汚染의 정도에 비하여 鹽素의 양은 적게增加하는 것으로 보아 人間의 生活下水에 의한 汚染 뿐만 아니라 工場廢水와 같은 다양한 點污染原에 의한 것으로 생각되는데, 특히 부유물질이 높다는 것이 이를 뒷받침한다. 인의 濃度는 龍仁邑을 지나면서 매우 높아져서  $0.33 \text{ mg/l}$ 에 달하며 自淨作用으로 인하여 下流로 내려갈수록 점점 낮아져 龍仁邑을 통과하기 전의 상태인  $0.05 \text{ mg/l}$ 로 낮아진다. 인의 경우도 鹽素이온 농도와 마찬가지로 廣州邑을 지나면서는 약간增加하였을 뿐이다.

重金属이온들은 地點에 따라 유의한 경향이 없었으나 다만 철의 경우는 龍仁自然農園의 支流에서  $0.75 \text{ mg/l}$ 로 다른 地域에 비하여 높았으며 구리의 경우는 양계장이 많은 地點 G가  $0.085 \text{ mg/l}$ 로 다른 地域에 비하여 월등히 높았다.

### 土地利用型과 水質間의 關係

京安川 流域의 11개 集水域에 대하여 土地利用型과 水質과의 相關關係를 살펴보면 Table 3에서 보는 바와 같이 DO, BOD, COD, SS, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, 窒素化合物 및 重金屬은 土地利用과 별 상관이 없었으나 경도, 염소, 암모니아테 질소, 산도, 철, 溫度는 주거 및 시가지 면적 비율과 유의한 상관

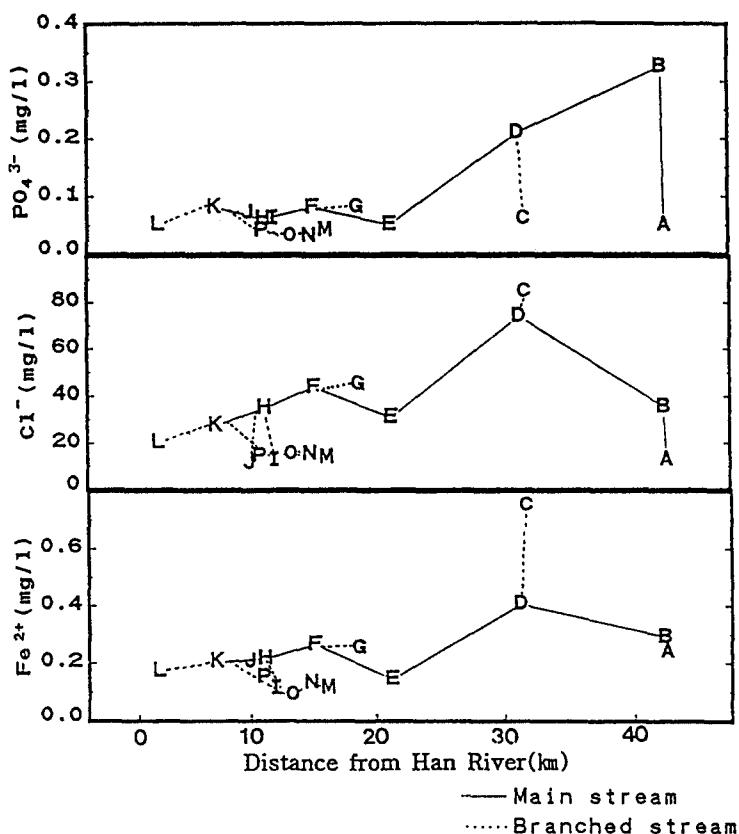


Fig. 5. The variations of PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sup>-</sup>, and Fe<sup>2+</sup> from the downstream to the upper stream of Kyong-an Stream.

을 보여 도시면적율이 增加할수록 水質汚染이 심해지는 경향을 나타냈다.

DO나 BOD는 都市面積과 유의한 상관은 없었지만 都市面積이 增加할수록 용존산소량이 減少하고 BOD는 增加하는 傾向을 보였으며 Fig. 2에서 DO는 용인읍과 광주읍을 지나면서 낮았고 팔당호 근처에서는 다시 높아졌으며, BOD와 COD도 그 지점에서는 낮은 수치를 보인 것으로 보아 팔당호 주변은 비교적 철저한 통제로 하천관리가 잘 되었기 때문으로 생각된다. 특히 廣州나 龍仁과 같은 都市地域을 지나면 DO는 매우 낮아지고 BOD는 높아졌다. 경도는  $\text{Ca}^{2+}$ 나  $\text{Mg}^{2+}$  양에 좌우되는 데 이는 대부분 집수역의 암석 및 토양에서 오거나 생활하수에 기인하는데, Nakane 등(1979)은  $\text{Ca}^{2+}$ 은 人口의 增加에 따라 기하급수적으로 增加한다고 하였으므로 都市化되면서 生活下水에 의하여  $\text{Ca}^{2+}$ 의 배출이 增加되어서 경도와 도시면적간에는 유의한 相關을 나타내는 것으로 여겨진다. 이들 간의 관계식은  $Y(\text{경도}, \text{mg/l}) = 1.171X(\text{도시면적율}, \%) + 43.8$ 으로 都市面積이 10% 增加하면 경도가 약 12 mg/l 만큼 增加된다. 上流로 갈수록 경도가 높아지는 傾向이며 Fig. 3과 4에서 보면 地點 G의 汚染度가 높은 것은 송정리 일대의 양계장에 의한 것으로 사료된다.

$\text{Cl}^-$ 는 해안 地域을 제외하고는 대부분이 生活廢棄物에 기인하기 때문에 都市面積率과 1% 수준에서의 상관도를 가지고 있으며, 관계식은  $Y(\text{Cl}^-, \text{mg/l}) = 1.191X(\text{都市面積率}) + 5.91$ 로 都市面積이 增加할수록 염소의 농도가 높아지며 上流로 갈수록 汚染이 심하다는 것을 알 수 있다 (Fig. 5).

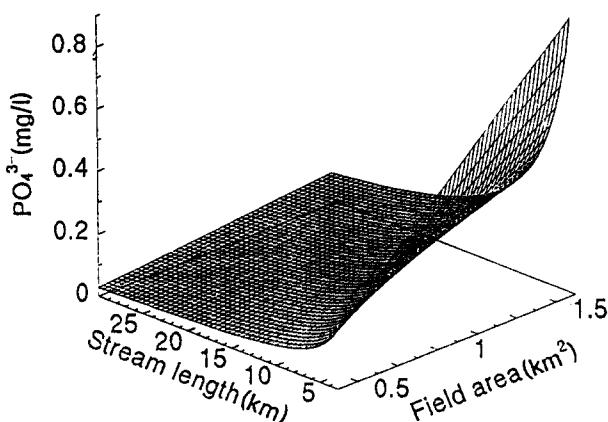
$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 는 미량 존재하기 때문에 Table 3에서 보는 바와 같이 土地利用과의 關係는 유의하지 않았으나 밭 면적율이 增加하면  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 가 增加하는 경향을 보이고 있으며 土地利用型에 관한

**Table 3.** The correlation coefficients between water quality parameters and land use types in Kyong-an stream

Parameter	Land use ratio			
	Urban	Paddy	Field	Forest
DO	-0.5226	0.1452	0.0159	0.1564
BOD	0.5694	-0.0234	-0.0131	-0.2674
COD	0.4185	-0.0169	-0.4864	-0.1252
SS	0.5222	-0.0206	0.1276	-0.2424
Hardness	0.6554*	0.0446	-0.2137	-0.3673
$\text{Cl}^-$	0.8272**	-0.0053	-0.2525	-0.4409
$\text{PO}_4^{3-}$	0.3113	-0.0805	0.5447	-0.1695
TKN	0.4980	-0.1558	0.2583	-0.1863
$\text{NH}_4^+\text{-N}$	0.6354*	-0.0359	0.3659	-0.3747
$\text{NO}_3^-\text{-N}$	0.2003	-0.0037	-0.3401	-0.0774
$\text{NO}_2^-\text{-N}$	0.3589	-0.0564	-0.1279	-0.1045
pH	-0.7937**	0.1389	-0.2218	0.3216
$\text{Fe}^{2+}$	0.8858**	-0.0259	-0.2527	-0.4706
$\text{Zn}^{2+}$	-0.0255	0.0981	0.2151	-0.0048
$\text{Cu}^{2+}$	-0.0001	0.0217	-0.2968	0.0727
Temperature	0.6678*	-0.0437	0.2070	-0.3628

\* : significant at 5% level

\*\* : significant at 1% level



**Fig. 6.** The relationship between  $\text{PO}_4^{3-}$ , field area, and stream length.

양의 인산이 함유되었기 때문으로 생각되며 해가 갈수록 밭 토양중 인산 함량이增加되고 인이 호소에서 부영양화의 原因이 되고 있다(조 등 1990)는 점을 감안하면 인의 적절한施肥法에 관한研究가 필요하다. 家畜飼育現況과 人口調查는 面事務所의 방문에 의한 資料의入手와 現地確認調査를 실시하였으며 행정단위로 쉽게 구분되고 비교적 작은 集水域 7개를 대상으로 소, 돼지, 닭으로 구별하여 조사하였으나 소의 밀도와 인구밀도에 의하여  $\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}$ 과 相關分析한 결과都市面積率보다 유의성이 높았으며 소의 밀도와는 1% 이하의 有意水準을 보였으므로 家畜密度(소의 밀도)와 人口密度에 의하여 유도된 關係式은  $Z(\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}) = 1.45 \times 10^{-4} \times (\text{소의 밀도}) \times (\text{인구밀도})$ 로 이를 그림으로 나타내면 Fig. 7과 같다. 독립변수를 인구밀도와 소의 밀도로 하 고 종속변수를  $\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}$ 으로 한 線形重回歸分析 결과에 의하면 인구밀도보다 소의 밀도에 의한影響이 더 크므로 河川水의 질소화합물 管理를 위하여는 畜產廢水의 處理가 요망된다.

아연이나 구리의 함량은 적었으므로 土地利用과의 傾向이 없었으나 철은 都市面積率이增加할수록(Table 3) 그리고 上流로 갈수록 河川에서의 철 함량은增加하는 경향을 보였다(Fig. 5). 한편 Pb와 Cr은 경안천의 상류 일부 지점에서만 검출되었으며 이는 공장폐수의 영향으로 생각되며 기타 지역에서는 희석되어 검출되지 않은 것으로 여겨진다.

Table 3에 의하면 pH와 都市面積率과는 1% 有意水準에서 陰의 相關關係를 이루며 河川의 길이를 포함하여 관계를 지으면 유의성이 더욱 높아지며 이들 關係式은  $Z(\text{pH}) = -4.7344[\text{X}(\text{도시면적}) / \text{Y}(\text{하천길이})] + 6.52$ 로 都市面積이增加하면 pH는 낮아지고 河川의 길이가 길수록 pH는 높아진다(Fig. 8). 生活下水中에는 유기물 함량이 높으므로 이의 분해로 인하여  $\text{CO}_2$ 가 많아져 수중에 탄산이 증가될 뿐만 아니라 유기산의 함량이 높기 때문에 pH가 낮아지는 것으로 생각된다.

京安川 流域의 年間 面積降水量은  $7.28 \times 10^8 \text{ ton}$ 이고, Thornthwaite(1948)방법에 따라 年間 最大蒸發量을 계산하면  $4.11 \times 10^8 \text{ ton}$ 으로 年間 流出量은  $3.17 \times 10^8 \text{ ton}$ 였다. 임(1986)의 八堂水源池 集水面積  $3,964 \text{ km}^2$ 과 Yim과 Kira(1976)에 의한 年間 面積流出量  $510 \text{ mm/year}$ 에 의하여 八堂水源池에서 流出量을 計算하면  $2.02 \times 10^9 \text{ ton}$ 으로 八堂湖 水量中 16.0%는 京安川 流域에서 流入된 것이다.

1968년 3월 17일에서 4월 7일 사이에 조사한 이전의 보고(홍 등 1969)는 경안천 상류에서 하

因子뿐만 아니라 地形因子를 포함하여 유도한 關係式은  $Z(\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{P}, \text{mg/l}) = 1.7912\text{Y}(\text{밭면적}, \text{km}^2) / \text{X}(\text{河川길이}, \text{Km}) + 0.0103$ 으로 1%의 유의성을 지녔다. 이는 河川의 길이에 비하여 밭면적이 많을수록 河川에서의 인산 함량이 많아진다는 것을 의미하는 것으로 그림으로 나타내면 Fig. 6과 같다. 이와 같은 현상은 담배 경작지에 대하여 총 인산함량을 조사한 결과 반이상의 면적에서 총 인산함량이 2,000ppm 이상였다는 점(김 등 1991)으로 미루어 볼 때 우리나라 밭토양에 많은

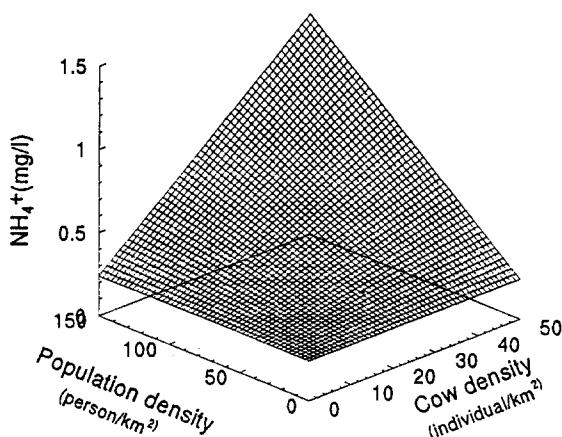


Fig. 7. The relationship between  $\text{NH}_4^+$ , population density, and cow density.

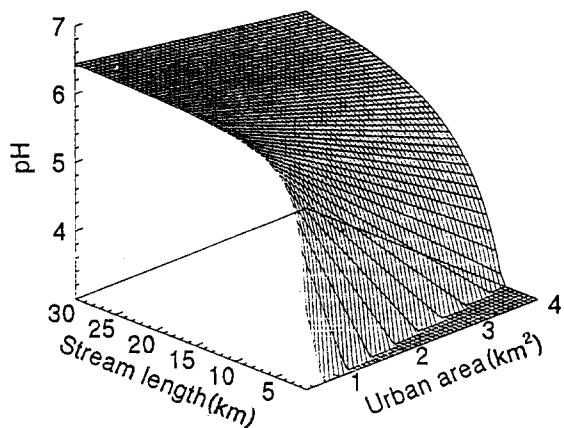


Fig. 8. The relationship between pH, urban area, and stream length.

은 주로 토양 침식이나 表面 流出水에 의하므로 農業地域보다 森林地域이 하천에서의 磷酸濃度가 높다고 보고하였으나 Fig. 6에 의하면 하천에서의 磷酸 함유량은 밭의 면적에 비례하고 하천의 길이에는 반비례하는 하는 것으로 나타났다. 우리나라 土壤中에는 磷酸含量이 매우 높기(김 등 1991) 때문에 밭의 면적에 비례하여 河川에서의 磷酸濃度가 증가되며, 그리고 하천의 길이에 반비례하는 것은 하천에서의 自淨作用뿐만 아니라 하천이 많은 流域은 비교적 傾斜가 완만하여 土壤浸蝕이 적기 때문으로 여겨진다. 하천의 窒素濃度와 土地利用間に 유의한 관계는 없었지만, Isermann(1990)과 Schepers와 Spalding(1991)에 의하면 農業活動이 河川 및 地下水의 窒酸濃度에 影響을 미친다는 보고가 있으므로 우리나라와 같은 集約的인 農業國에서는 이에 대한 영향을 좀 더 세밀히 조사할 필요가 있다고 생각된다. 국내에서는 農業이나 林業과 같은 비점오염원이 土壤 및 水資源에 미치는 影響에 대한 연구가 거의 없는 실정이나 외국에서는 많은 연구가 이루어졌고 더욱이 최근에는 장기적인 영향도 보고되었다(Cureton et al. 1991, Garbrecht 1991, Zierner et al. 1991). 農業活動에 의하여 水資源에 미치는 영향은 비료의 시비, 살충제 사용량,

류까지 12개 지점으로 본 연구와 조사지점이 비교적 근접하고 조사시기는 약간의 차이가 있으나 여름의 우기전인 한발기라는 공통점을 지니고 있으므로 양자의 자료를 비교하면, 1969년에  $\text{NO}_3^-$ -N이 0.16 ppm이었으나 1991년 6월에는 3.15 ppm으로 지난 28년 동안에 20배 증가하였고,  $\text{NO}_2^-$ -N은 0.00466 ppm에서 0.29 ppm으로 약 62배, 그리고  $\text{Cl}^-$ 의 경우는 8.98 ppm에서 20.2 ppm으로 약 2배 증가하였다. 鹽素濃度의增加率이 낮은 것은 河川에서의 염소 함유량 변화는 주로 生活廢棄物에 의하기 때문에 염소 농도의增加는 人口의 증가에 비례하는 것으로 생각된다. 窒素化合物의增加率이 鹽素보다 높은 것은 하천으로의 질소화합물 유입은 生活廢棄物뿐만 아니라 經濟活動에 의해서도 유입되고 있다는 것을 의미하며 Fig. 7에서 보면 암모니아테 질소는 人口뿐만 아니라 家畜의增加에도 影響을 받고 있다는 것으로도 알 수 있다. 그리고  $\text{NO}_3^-$ -N의增加率보다  $\text{NO}_2^-$ -N의增加率이 높은 것은 하천에 유입된 질소화합물에 대한 酸化力이減少되었기 때문으로 여겨진다.

Isermann(1990)과 Vighi 등(1991)은 農業地域에서 하천으로의 磷酸流出

폐기물의 순환, 경종방법, 지형 등의 많은 要素에 의하여 影響을 받을 뿐만 아니라 이러한 要素들이 相互作用하고 累積效果를 지니므로 多樣한 接近方法과 データベース의 構築에 의한 방대한 研究가 필요하다.

## 摘要

京安川은 京畿道 廣州郡과 龍仁郡의 境界에서 출발하여 廣州邑을 거쳐 南漢江의 八堂댐으로 流入되며 流域面積은 565 km<sup>2</sup>에 달한다. 京安川 流域의 土地利用型과 河川水質과의 關係를 밝히기 위하여 流域을 11個 集水域으로 나누고 總 16個의 水質測定地點을 선정하여 流域의 植生型의 分布와 水質을 分析하였다. 20개 항목의 水質과 小集水域別 土地利用型간의 關係를 分析하였다.

京安川 河口로부터 上流쪽으로 갈수록 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BOD, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, TKN, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 等의 濃度는 높아지는 경향였으며, 용인읍이나 광주읍을 지나는 河川에서는 水質이 나빠졌으나 팔당호에 가까운 下流는 대체로 水質이 회복되는 현상을 보였다. 아연이나 구리와 같은 重金屬은 극히 일부 地域을 除外하고는 集水域에 의한 影響이 거의 없었으나 철은 都市面積이 增加할수록 增加하였다. 경도 및 염소이온 濃度는 都市面積간의 상관계수는 0.66와 0.83으로 유의한 상관을 가지고 있었다. 河川의 磷酸濃度는 밭의 面積에는 正比例하고 河川의 길이에는 逆比例하였으며, 암모니아태 질소는 人口뿐만 아니라 家畜에 의하여도 많은 影響을 미치고 있다. pH는 都市面積이 增加할수록 감소하였고 河川의 길이에는 逆比例하여 減少하였다.

이상의 결과로 볼 때 河川의 水質을 保全하기 위하여서는 점오염원 뿐만 아니라 면적오염원 관리도 중요하고 특히 河川 流域開發時에는 地形的 特性을 고려하여야 한다.

## 引用文獻

- 김용연 · 정훈채 · 박수준 · 윤병익 · 김옹주. 1991. 연초경작지 토양의 인산 축적에 관한 연구. 한국연초학회지 21:151-163.
- 조규송 · 김범철 · 안태석. 1990. 소양호 수중 생태계의 인 순환에 관한 연구. 한국학술진흥재단. pp. 24-36.
- 任良宰 · 金聖德. 1983. 韓國의 氣候圖形 地圖. 韓國生態學會誌 6:261-172.
- 任良宰. 1986. 韓國水資源의 動態에 關하여. 中央大論文集 30(자연과학편):123-145.
- 홍사우 · 박대성 · 문창규. 1969. 경안천의 춘기 육수학적 연구. 한국육수학회지 2:45-50.
- 環境廳. 1989a. 現存植生圖. 서울. pp.54-55, 76-77.
- 環境廳. 1989b. 韓國環境年鑑. 제 2호. 서울. pp.734.
- APHA, AWWA, WPCF. 1971. Standard methods. American Public Health Association, Washington, pp.244, 270, 518.
- Aubertin, G.M. and J.H. Patric. 1974. Water quality after clearcutting a small watershed in West Virginia. J. Environ. Qual. 3:243-249.
- Bormann, F.H. and G.E. Likens. 1981. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer-Verlag. New York. 253p.
- Cureton, P.M., P.H. Groeneveld, and R.A. McBride. 1991. Landfill leachate recirculation:

- Effects on vegetation vigor and clay surface cover infiltration. *J. Environ. Qual.* 20:17-24.
- Garbrecht, J. 1991. Effects of spatial accumulation of runoff on watershed response. *J. Environ. Qual.* 20:31-35.
- Isermann, K. 1990. Share of agriculture in nitrogen and phosphorus emissions into the surface waters of Western Europe against the background of their eutrophication. *Fertilizer Research* 26:253-269.
- Miller, M.H., J.B. Robinson, D.R. Coote, A.C. Spires and D.W. Draper. 1982. Agriculture and water quality in the Canadian Great Lakes Basins. 3. Phosphorus. *J. Environ. Qual.* 11:487-493.
- Nakane, K., S.-U. Hong and Y.-J. Yim. 1979. Dynamics of nutrients and heavy metals in an ecosystem of the Han River and its basin in the Korean Peninsula. I. Dynamics of nutrients (Na, K, Ca and Mg). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21:886-893.
- Nakane, K., M. Mitsudera, Y.-J. Yim and S.-U. Hong. 1984. Preliminary assessment of human impacts on water qualities (nutrient concentration) of the Han River on the Korean Peninsula, based on mathematical model. *Korean J. Ecol.* 7:109-118.
- Osborne, L.L. and M. J. Wiley. 1988. Empirical relationships between land use cover and stream water quality in an agricultural watershed. *J. Environmental Management* 26:9-27
- Schepers, J. C. and R. F. Spalding. 1991. Potentially mineralizable nitrogen and nitrate leaching under different land-use conditions in Western Nebraska. *J. Environ. Sci. Health-Environ. Sci. Eng.* vA26, n3, p.335(11).
- Stroud, R.H. and R.G. Martin. 1973. Influence of reservoir discharge location on the water quality, biology, and sport fisheries of reservoirs and tail waters, In Ackerman (ed.), *Man-Made Lakes : Their Problems and Environmental Effects*. Am Geophysical, Washington, 540p.
- Thornthwaite, G.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geology Rev.* 38:55-94.
- Vighi, M., S. Soprani, P. Puzzarini, and G. Menghi. 1991. Phosphorus loads from selected watersheds in the drainage area of the Northern Adriatic Sea. *J. Environ. Qual.* 20:439-444.
- Yim, Y.-J. and T. Kira. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula. I. Distribution of some indices of thermal climte. *Jap. J. Ecology* 25:77-88.
- Yim, Y.-J. and T. Kira. 1976. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula. II. Distribution of climate humidity / aridity. *Jap. J. Ecology* 26:157-164.
- Ziemer, R.R., J. Lewis, R.M. Rice and T.E. Lisle. 1991. Modeling the cummulative watershed effects of forest management strategies. *J. Environ. Qual.* 20:36-42.