

洛東江 下流域의 富營養化現象에 관한 研究

崔 永 贊 · 朴 清 吉
濟州大學校 食品工學科 釜山水產大學 環境工學科
(1986년 4월 28일 수리)

Eutrophication in the Downstream of Nakdong River

Young-Chan CHOI

Department of Food Science and Technology, Cheju National University,
Nam-gu, Cheju 590, Korea

and

Chung-Kil PARK

Department of Environmental Science and Engineering, National Fisheries University of Pusan,
Nam-gu, Pusan 608, Korea

(Received April 28, 1986)

A study on eutrophication in the downstream of the Nakdong River was conducted from October 1983 to September 1984.

Nutrients concentration of the samples in this area was usually high and the nitrogen ratio to the phosphorus was as very high as 63.5~119.6. The concentration of nutrients was in the range of 0.22~173 $\mu\text{g-at/l}$ for ammonia nitrogen, 26.7~187 $\mu\text{g-at/l}$ for nitrate nitrogen, 1.07~8.22 $\mu\text{g-at/l}$ for nitrite nitrogen, 58.7~231 $\mu\text{g-at/l}$ for total inorganic nitrogen and 0.44~4.43 $\mu\text{g-at/l}$ for phosphate phosphorus.

The concentration of chlorophyll-a was in the range of 1.8~75.2 mg/m^3 . Correlationship between concentration of nutrients and chlorophyll-a was not found. The concentrations of total suspended solid were in the range of 10.7~45.9 ppm , and 16.2~35.2% of the total suspended solid was consisted of volatile suspended solid.

According to the state of lacustrine nutrition, the state of the downstream of Nakdong River was equivalent to the eutrophication state in term of chlorophyll-a and inorganic nitrogen, and mid-nutritional state in term of phosphate.

緒 論

洛東江 下流域은 釜山市民의 主生活用水를 供給하고 있는 물금취수장이 있고 慶南의 農耕地에 農業用水, 울산, 온산, 사상공단의 工業用水 供給을 위한 水源으로 利用되고 있기 때문에 水質保全의 면에서 대단히 重要的 地域으로 지금 建設中인 하구언이 完工된다면 用水供給에 따른 水質保全의 重要性은 더욱 커질 것이다.

下水나 廢水 그리고 農地流出水에 많이 함유되어 있는 營養鹽類가 水系에 流入되어 湖沼, 灣, 半閉鎖的인 海域 및 하구언의 貯水地에서 汚染現象인 富營養化문제가 크게 擡頭되고 있다.

우리나라에서는 朴¹⁾이 鎭海灣 海水의 富營養化 現象에 關한 調査 및 金²⁾ 등의 湖沼水의 富營養化防止 方案을 提示하고 있지만 아직 河川에서의 富營養化 現象報告는 없는 實情이다.

특히 洛東江에 關한 調査研究中^{3)~5)} 一般水質이나

중금속에 관한 調査는 비교적 많이 이루어져 있지만 富營養化를 推定할 수 있는 營養鹽類나 클로로필의 含量에 관한 綜合的인 調査는 아직까지 별로 이루어지지 않았다.

그래서 本 研究은 洛東江 하구언이 建設되었을 때 貯流地가 될 洛東江 下流域에서 富營養化 現象의 관련인자인 營養鹽類와 클로로필量의 變動을 測定檢討하여 이 地域에서 富營養化가 어느정도 進行되고 있는지를 究明하고자 함이 本 研究의 目的이다.

調査方法

1. 調査地點 및 時期

調査地域 및 試料 採取地點은 Fig. 1과 같이 洛東江 하구 水域인 물금, 구포, 하단地點을 設定하였는데 物금地點은 釜山市 上水源水를 取水하는 곳이며 구포地點은 梁山川이 合流後 混和가 이루어지는 곳이며, 하단地點은 洛東江 本流와 사상공단의 下水 및 工場廢水가 섞여 混和이 이루어지고 있을 뿐만 아니라 淡水와 海水가 섞이는 地域으로 洛東江 하구언이 建設되는 地點이다.

調査期間은 1983年 10月부터 1984年 9月까지 1年

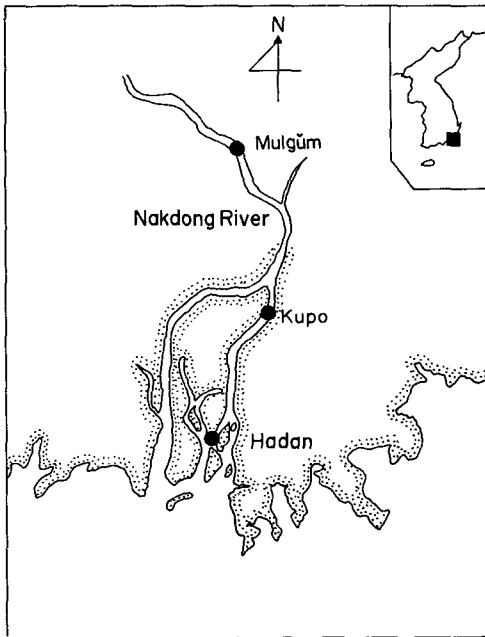


Fig. 1. Location of sampling station.

間 每月 2回 大潮日에 부산항 기준 最干潮時間 15~25分前에 表層試料를 採取하였다.

2. 試料 分析方法

- ① 클로로필 測定: Standard Method⁹⁾에 따라 吸光度를 測定하여 클로로필 a量을 算出하였다.
- ② 水溫: 棒狀溫度計로 現場에서 測定
- ③ pH: pH meter (Horiba H-7 LD)로 測定
- ④ 溶存酸素: Winkler Method 로 定量⁹⁾
- ⑤ 總浮遊物質(TSS): 유리섬유여과지로 試水를 濾過하여 105°C에서 恒량구함.⁹⁾
- ⑥ 揮發性 浮遊物質(VSS): 유리섬유여과지로 試水를 濾過하여 550°C에서 恒량을 구함.
- ⑦ 矽酸鹽(SiO₂-Si): 몰리브덴黃法에 의한 吸光度法으로 定量¹⁰⁾
- ⑧ 암모니아 窒素(NH₄⁺-N): Phenate Method 로 定量⁹⁾
- ⑨ 亞窒酸窒素(NO₂⁻-N): sulfanilamide 와 N-1-naphthylethylenediamine 法으로 定量⁹⁾
- ⑩ 窒酸窒素(NO₃⁻-N): cadmium reduction Method 에 의한 定量⁹⁾
- ⑪ 磷酸鹽(PO₄³⁻-P): Ascorbic acid Method 에 의한 定量⁹⁾

結果 및 考察

1. 營養鹽類의 分布

營養鹽類의 分布는 Table 1과 Fig. 2-1 및 Fig. 2-2에 나타내었다.

① 암모니아 窒素: 암모니아 窒素의 濃度範圍(平均)는 物금이 0.45~173.37(58.93) $\mu\text{g-at/l}$, 구포에서 0.22~79.25(29.00) $\mu\text{g-at/l}$, 하단에서 2.14~84.43(42.22) $\mu\text{g-at/l}$ 로 物금地點이 가장 높은 濃度分布를 보이고 있으며, 특히 2月에 物금에서 173.37 $\mu\text{g-at/l}$ 의 最大値를 보였는데 이는 구포나 하단地點보다도 2倍 이상의 높은 濃度였다.

年中分布 傾向은 全地點이 비슷하지만 겨울과 봄의 濃度分布는 다른 季節보다도 대단히 높게 나타나고 있다.

② 亞窒酸窒素: 亞窒酸 窒素는 全地點이 1.07~8.22 $\mu\text{g-at/l}$ 範圍로 物금地點이 平均 2.66 $\mu\text{g-at/l}$, 구포에서 3.06 $\mu\text{g-at/l}$, 하단에서 3.52 $\mu\text{g-at/l}$ 이며 全地點이 가을에 다른 季節보다 비교적 낮은 濃度分

Table I. Range and mean values of water quality in the downstream of Nakdong River

Water quality	Mulgum		Kupo		Hadan		Total	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Rang	Mean
Water Temp. (°C)	0.5	15.5	1.63~31.6	15.3	1.8~30.7	16.2	0.5~32.0	15.3
pH	7.35~8.42	7.73	6.83~7.89	7.41	6.67~7.95	7.32	6.67~8.42	7.49
NH ₄ ⁺ -N(μg-at/l)	0.45 ~173.37	58.94	0.22 ~97.25	29.00	2.14 ~84.43	42.22	0.22 ~173.37	43.38
NO ₂ ⁻ -N(μg-at/l)	1.14 ~6.45	2.66	1.07 ~8.22	3.06	2.29 ~5.80	3.52	1.07 ~8.22	3.08
NO ₃ ⁻ -N(μg-at/l)	44.86 ~142.39	71.63	48.3 ~120.97	70.68	26.68 ~186.85	64.35	26.68 ~186.85	68.89
TIN(μg-at/l)	58.77 ~231.68	133.12	58.65 ~160.97	102.74	65.22 ~221.96	110.08	58.65 ~231.68	115.35
PO ₄ ³⁻ -P(μg-at/l)	0.44 ~2.77	1.32	0.61 ~4.43	1.55	0.68 ~2.89	1.81	0.44 ~4.43	1.56
N/P	58.8 ~302.8	119.6	36.3 ~174.4	80.7	39.7 ~95.9	63.5	36.3 ~30.2	87.9
SiO ₂ -Si(μg-at/l)	79.0 ~154.0	12.1	61.3 ~155.0	103.9	48.0 ~160.0	95.4	48.0 ~160.0	10.3
Chl. a(mg/m ³)	4.63 ~75.16	33.98	1.84 ~44.08	18.63	2.59 ~23.22	8.58	1.84 ~75.16	20.04
Total-P(ppm)	0.056 ~0.171	0.094	0.042 ~0.136	0.086	0.058 ~0.242	0.131	0.042 ~0.242	0.104
DO(ml/l)	6.93 ~11.03	9.32	7.08 ~9.96	8.30	3.98 ~8.58	6.65	3.98 ~11.03	5.31
% Saturation of DO	64.5 ~137.5	96.7	63.4 ~117.1	87.2	55.0 ~92.9	70.9	55.0 ~137.0	84.9
TSS(ppm)	3.75 ~15.40	10.65	6.90 ~36.70	15.80	9.0 ~138.3	45.9	3.75 ~138.3	24.12
VSS(ppm)	1.70 ~5.70	3.65	1.30 ~6.50	3.40	2.4 ~13.6	5.9	1.30 ~13.6	4.32
VSS/TSS(%)	25.1 ~45.3	35.2	15.7 ~31.3	22.9	6.7 ~26.7	16.2	6.7 ~45.3	24.8

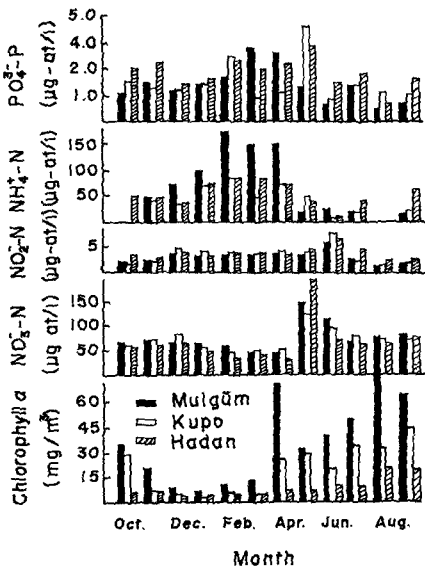


Fig. 2-1. Concentration of nutrient and chlorophyll-a at the sampled stations,

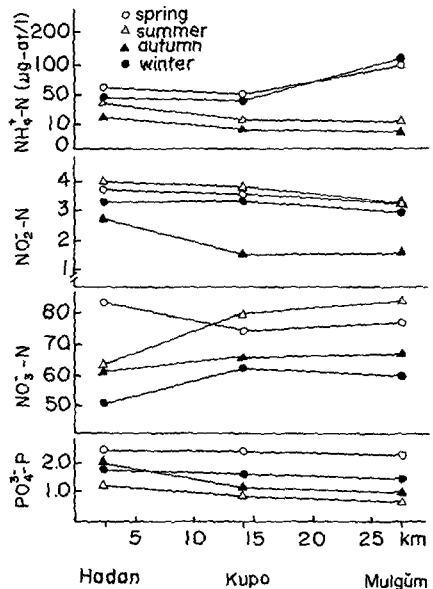


Fig. 2-2. Seasonal changes of NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N and PO₄³⁻-P at each sampled stations

布를 나타내고 있는 것을 除外하고는 地點別, 季節別 큰 차이는 볼 수가 없다.

③ 窒酸 窒素: 窒酸 窒素의 濃度範圍(平均)는 물금에서 44.86~142.39(71.63) $\mu\text{g-at/l}$, 구포에서 48.37~120.97(70.68) $\mu\text{g-at/l}$, 하단에서 26.68~186.85(64.35) $\mu\text{g-at/l}$ 으로 물금이 평균값으로 가장 높은 濃度分布를 보였다.

季節別로는 봄과 여름철이 가을과 겨울철에 비하여 높은 濃度分布를 나타내고 있었다.

④ 磷酸鹽: 磷酸鹽의 濃度範圍(平均)는 물금에서 0.44~2.77(1.23) $\mu\text{g-at/l}$, 구포에서 0.61~4.43(1.55) $\mu\text{g-at/l}$, 하단에서 0.68~2.89(1.81) $\mu\text{g-at/l}$ 으로 하단地點이 年中 他地點보다도 높게 나타나고 있으며 季節別로는 가을에서 봄까지 增加하는 傾向과 봄에서 여름까지 減少하는 傾向은 全地點이 같게 나타나고 있으며 여름에 全地點 모두 最低值를 나타내고 있다.

⑤ 硅酸鹽: 硅酸鹽의 濃度範圍(平均)는 물금에서 79.0~154.0(112.1) $\mu\text{g-t/l}$, 구포에서 61.3~155.0(103.9) $\mu\text{g-at/l}$, 하단에서 48.0~160.0(95.4) $\mu\text{g-at/l}$ 로 上流쪽인 물금에서 平均값이 가장 높은 濃度를 보였다.

⑥ N/P 比率: 調査地點에서의 無機態 窒素와 磷酸鹽과의 比率를 比較해 보면 물금에서 119.6으로 가장 높고 구포에서 80.7, 하단에서 63.5로 全般的으로 磷에 비하여 窒素의 점유 比率이 매우 높은 것이 特徵이다.

이상의 結果에서 洛東江 下流域의 營養鹽分布 特性을 他地域과 比較해 보면 암모니아 窒素 濃度로는 全地點이 平均 43.38 $\mu\text{g-at/l}$ 로 日本 북해도 지방의

40개 河川¹²⁾에서 암모니아 窒素 含量이 2.14~17.86 $\mu\text{g-at/l}$ 範圍에 비하여 洛東江 下流는 이의 2.5~20배 정도로 높아 一般的으로 河川水系에서는 암모니아 窒素가 檢出되지 않거나 미량 含有되는 것이 보통이나 本 調査 全地點에서 많은 量이 檢出되는 것이 特徵이었다.

窒酸 窒素는 全地點 平均이 68.98 $\mu\text{g-at/l}$ 로서 日本 혹가이도 48 $\mu\text{g-at/l}$ ¹²⁾, 日本 全體 河川 平均 18.57 $\mu\text{g-at/l}$ ¹²⁾ 보다는 1.4~3.7倍로 높은 濃度이며 無機態 窒素로는 58.65~231.68 $\mu\text{g-at/l}$ 範圍이며 平均 115.35 $\mu\text{g-at/l}$ 로서 洛東江 下流域의 窒素 成分은 대단히 높음을 알 수 있다.

磷酸鹽 濃度는 平均 1.56 $\mu\text{g-at/l}$ 로서 水産環境水 質基準에 의한 赤潮發生條件인 0.015 ppm(0.469 $\mu\text{g-at/l}$)¹³⁾ 보다는 3倍 높은 濃度이다.

N/P 比率로는 Table 2에서와 같이 임진강에서 보다는 작지만 만경강, 금강, 영산강, 洛東江 河口地域보다 훨씬 높게 나타남을 알 수 있다.

이러한 水質狀態를 Vollenwider¹⁴⁾에 의한 湖沼의 營養度에 의한 分類에 適用해 보면 無機態 窒素로는 全地點이 富營養에 속하며 全磷量으로는 中富營養에 이르고 있다.

2. 클로로필의 分布

클로로필의 分布는 Table 1, Fig. 2-1, Fig. 3과 같다.

클로로필 a의 濃度(平均)는 물금에서 4.63~75.16 (33.98) mg/m^3 , 구포에서 1.84~44.08(18.63) mg/m^3 , 하단에서 2.59~23.22(8.58) mg/m^3 이며 물금지점이 全調査期間을 통해 他地點보다 월등히 높은 濃度分

Table 2. Comparison of nutrient concentration and N/P ratio of Nakdong River with those of other rivers.

Station	NH_4^+-N ($\mu\text{g-at/l}$)	$\text{NO}_2^- - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N}$ ($\mu\text{g-at/l}$)	$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ ($\mu\text{g-at/l}$)	N/P	Remark
Nakdong River Muleum	12.86	53.57	0.838	79.3	NEPI(1982.7~10) ¹¹⁾
Kupo	22.86	51.43	1.381	53.8	"
Kum River Hwangsan Ferry	32.14	67.14	2.156	46.1	"
Yongsan River Magil-ri	27.14	43.57	0.875	80.8	"
Imjin River Songjong-ri	29.29	70.00	0.250	397.2	"
Mankyong River Mokchon-dong	347.14	214.29	15.050	37.3	"
Han River Downstream	43.43	96.86	36.22	3.8	Hong et al. ¹²⁾ (1977.6~1978.5)
The estuary of Nakdong River	3.65	25.84	1.27	23.5	Choe (1970.2~1970.11) ⁵⁾
Nakdong River Mulgeum	58.94	74.29	1.32	119.6	1983.10-1984.9
" Gupo	29.00	73.74	1.55	80.7	"
" Hadan	42.22	67.87	1.81	63.5	"

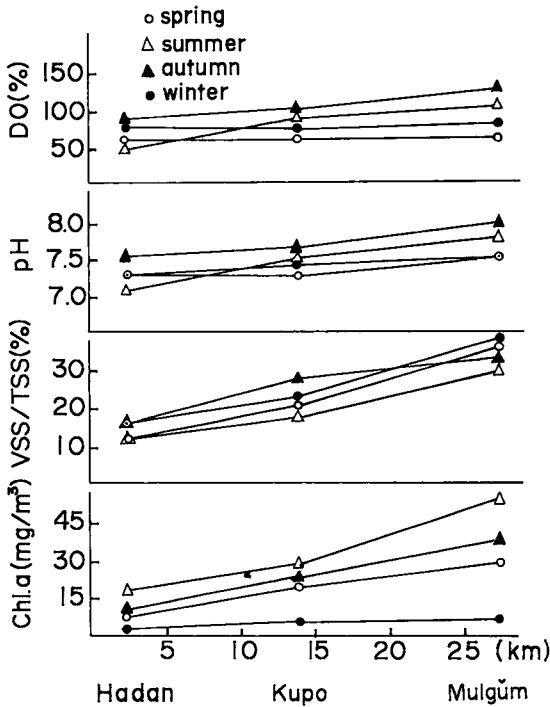


Fig. 3. Seasonal variation of % saturation of DO, pH, VSS/TSS ratio and chlorophyll-a.

布를 보였으며, 특히 年間 最大値가 나타난 8월의 경우는 물금에서 75.16 mg/m^3 로서 구포 및 하단에서 보다는 2~3倍 以上の 高濃度分布를 나타내고 있다.

年間 變動幅은 9월부터 冬季인 1월까지 減少하고 다시 2월부터 增加하는 傾向을 보이고 있다. 특히 4월에 急激한 增加 現象을 나타내었다가 그 후 일단 減少되어 5월부터 8월까지(구포는 9월까지) 增加하고 있다.

이와 같은 增加 傾向은 崔 등¹⁵⁾의 漢江에서의 調査報告와 Larsen 등¹⁶⁾의 美國內 Burntside river와 Longstorff Creek의 調査에서도 비슷한 傾向을 나타내고 있다.

여름에 클로로필 a는 물금에서 56.38 mg/m^3 , 구포에서 31.34 mg/m^3 , 하단에서 16.85 mg/m^3 以上으로 나타나 朴¹⁾이 馬山灣이 富營養化가 促進되고 있다고 報告한 클로로필 a量이 最大値 25.16 mg/m^3 , 1980年 海洋開發研究所가 調査한 鎮海灣 全體의 表層平均値 17 mg/m^3 , 赤潮現象으로 커다란 문제가 되고 있는 馬山灣의 平均値 56 mg/m^3 ¹¹⁾와 比較해 볼 때 河川인 물금* 구포地點이 여름에 富營養化가 되고 있음을 알 수 있고 실제 現場 觀察時에 물금地點은 水色이 年中 綠色을 띄고 있었으며, Table 1에서 보는 바와 같이 8월에 溶存酸素 포화도가 137%, pH가 8.42까지 상승하고 있었다.

클로로필 a量을 國內 湖沼 및 河川과 比較해 보면 Table 3과 같다. 表에서 아산湖, 삼포湖, 신갈湖는 富營養化湖로서 여름에 植物性 플랑크톤의 大量繁殖이 일어나고 있다고 報告되고 있는데 물금에서는 이보다도 1.5倍 以上, 河川인 洛東江의 대암, 삼랑진, 금강의 신구교, 영산강의 유덕동, 만경강의 강흥리

Table 3. Comparison of chlorophyll-a in the downstream of Nakdong River with those of other places

Station	Place	Period	Chlorophyll-a (mg/m^3)	Remark
Lake	Asan	1981.5~1981.9	32.2	Kim <i>et al.</i> (1982) ²⁾
	Sapgyo	"	38.4	"
	Shingal	"	38.4	"
	Shingal	"	48.3	"
	Hoam	"	25.4	Suh <i>et al.</i> (1981) ¹⁸⁾
	Taegami	"	353.6	"
Nakdong River	Daeam	1982.7~12	49.4	NEPI (1981) ¹¹⁾
	Samrangjin	"	36.3	"
Kum River	Shingu Bridge	"	43.9	"
Yongsan River	Yudok-dong	"	15.15	"
Mankyong River	Samwha-dong	"	52.65	"
	Kanghung-ri	"	34.15	"
Masan Bay		1974. 6, 8, 9	13.27	Park (1974) ¹⁾
Nakdong River	Mulgum	1984. 4~1984. 9	28.42~75.16(56.83)	
	Kupo	"	17.15~44.08(31.34)	
	Hadan	"	6.32~23.22(16.85)	

보다도 1.5배 이상 높은 濃度分布를 보이고 있어 여름에는 물금地點이 富營養化가 되고 있음을 알 수 있다.

이와 같은 클로로필 濃度는 美國 環境保護廳에서 湖沼의 富營養化 判定基準¹²⁾인 10 mg/m^3 을 適用해 보면 물금, 구포地點은 겨울을 除外하면 年中 클로로필 a量이 富營養化 段階 이상으로 維持되고 있다.

3. 클로로필 分布와 營養鹽類와의 關係

클로로필 分布와 營養鹽類量과의 關係를 Fig. 4-1 과 Fig. 4-2에 나타내었다. 그림에서 클로로필 a量과 磷酸鹽 및 無機態 窒素量과는 相關性을 나타내고 있지 않았다.

Sakamoto¹⁷⁾는 水域에서의 營養鹽類의 N/P 값이 10 - 25 範圍內에 있을 때는 窒素와 磷의 各成分의 增加와 藻類의 現存量(클로로필量으로 表示했음)의 增加는 直線的 相關關係가 있다고 했고 朴¹⁾에 의하면 N/P 값이 10 이하로 매우 낮은 鎭海灣海域에서 N/P

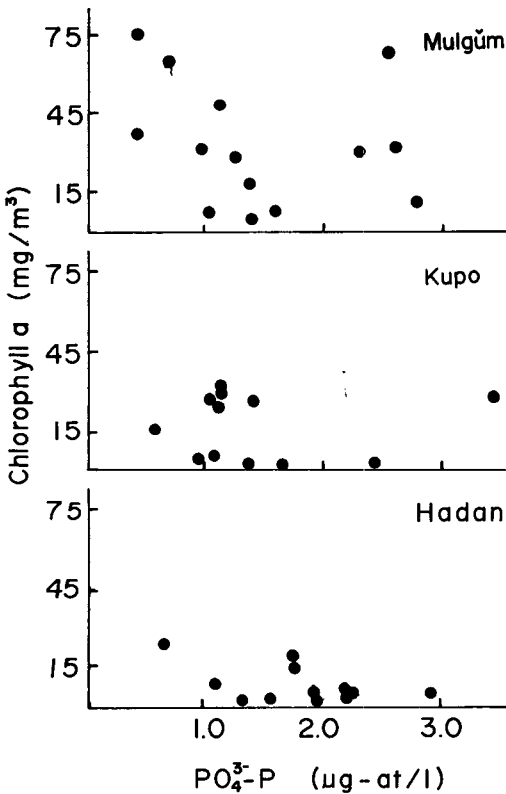


Fig. 4-1. The relationship between chlorophyll a and phosphate contents.

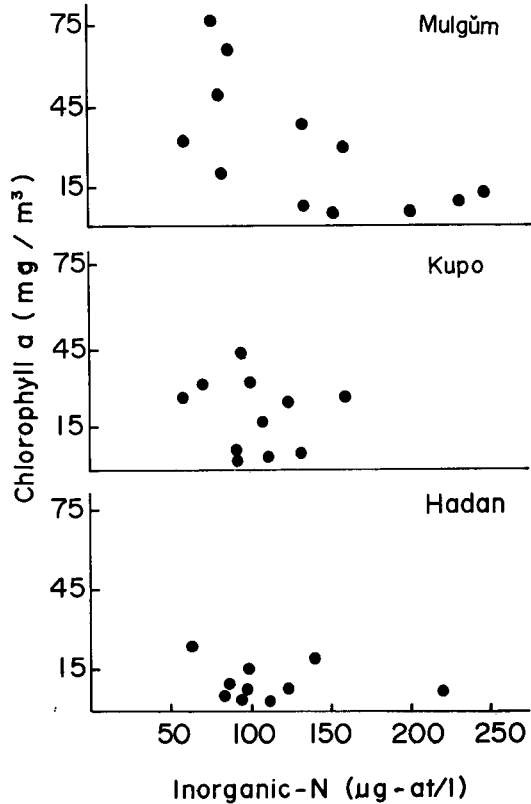


Fig. 4-2. The relationship between chlorophyll-a and inorganic nitrogen contents.

값이 12 이상 되는 곳에서 클로로필 a量과 窒酸窒素와는 比例하고 있다고 報告하고 있지만, 本 調査地域은 N/P 값이 63~120으로 대단히 높고 營養鹽類의 各各의 절대량이 매우 풍부하기 때문에 클로로필 a量과 營養鹽類 濃度 사이에는 一定한 相關關係를 찾아 볼 수가 없었다.

4. 浮遊物質의 分布

總浮遊物質의 濃度範圍(平均)는 Table 1에서와 같이 물금에서 $3.75 \sim 15.40(10.65) \text{ ppm}$, 구포에서 $6.90 \sim 36.70(15.80) \text{ ppm}$, 하단에서 $9.0 \sim 138.30(45.90) \text{ ppm}$ 으로서 下流로 갈수록 總浮遊物質 濃度가 높게 나타나고 있다.

揮發性 浮遊物質 濃度範圍(平均)는 물금에서 $1.70 \sim 5.70(3.63) \text{ ppm}$, 구포에서 $1.30 \sim 6.50(3.40) \text{ ppm}$, 하단에서 $2.40 \sim 13.60(5.90) \text{ ppm}$ 으로서 總浮遊物質 中の 揮發性 浮遊物質量의 比로 본다면 물금에서 35.2%로 가장 높고 구포에서 22.9%, 하단에서 16.

2%로서 下流로 갈수록 浮遊物質中の 有機物 含量은 적어지고 있다.

年間 變動幅은 全地點에서 가을과 겨울에 浮遊物質中の 揮發性 浮遊物質 含量이 높게 나타나고 있다. 揮發性 浮遊物質 濃度 分布도 클로로필 a 分布와 동일한 양상을 나타내고 있었다.

이상과 같은 結果에서 全調査地點에서 富營養化 現象이 한시 誘發될 可能性을 지닌 것으로 判定되었으며, 물금地點이 無機態 窒素, 클로로필 a 量, 總浮遊物質中の 揮發性 浮遊物質 比가 구포나 하단地點보다 월등히 높게 나타나 이 물을 釜山市의 上水源水로 使用했을 때 大量 發生한 藻類로 인하여 水道水 生産過程에서 여과막의 폐쇄현상이나 異臭味發生 등의 影響이 일어날 可能性이 있으며 今後 하구언이 完工되면 河川水가 貯流됨으로서 富營養化 現象이 더욱 促進되어 有機物 堆積, 低層의 低酸素水塊形成 등을 예측할 수 있어 富營養化를 低減시킬 수 있는 綜合的인 水質管理가 必要하다고 하겠다.

要 約

洛東江 下流域의 富營養化에 관한 研究로서 1983年 10월부터 1984年 9월까지 1年間 調査된 結果를 要約해 보면 다음과 같다.

1. 洛東江 下流域의 營養鹽類의 分布를 보면 암모니아 窒素 濃度範圍 및 平均濃度는 0.22~173.37 $\mu\text{g-at/l}$, 43.38 $\mu\text{g-at/l}$ 이며 窒酸 窒素 濃度는 26.68~186.85 $\mu\text{g-at/l}$, 68.89 $\mu\text{g-at/l}$, 亞窒酸 窒素 濃度는 1.07~8.22 $\mu\text{g-at/l}$, 3.08 $\mu\text{g-at/l}$, 總無機 窒素 濃度는 58.65~231.68 $\mu\text{g-at/l}$, 115.35 $\mu\text{g-at/l}$, 磷酸鹽磷 濃度는 0.44~4.43 $\mu\text{g-at/l}$, 1.56 $\mu\text{g-at/l}$ 로 나타나고 있어 營養鹽類의 含量이 다른 河川에 비하여 매우 높았다.
2. N/P 比率은 물금이 119.6으로 가장 높고 구포가 80.7, 하단이 63.5로 營養鹽類中 磷에 비하여 窒素의 含有比率이 매우 높은 特徵을 가지고 있었다.
3. 클로로필 a 量의 濃度範圍는 1.84~75.16 mg/m^3 였으며 물금地點이 平均 33.98 mg/m^3 로 全調査期間을 통해 구포나 하단地點보다 월등히 높은 濃度分布를 보이고 있으며 여름에 平均濃度가 물금이 56.38 mg/m^3 , 구포가 31.34 mg/m^3 , 하단이 16.85 mg/m^3 로 대단히 높은 濃度이다.
4. 總浮遊物質은 물금이 平均 10.65 ppm, 구포가 15.80 ppm, 하단이 45.90 ppm로 하단이 가장 높고

揮發性 浮遊物質은 물금이 平均 3.63 ppm, 구포가 3.40 ppm, 하단이 8.20 ppm이며 總浮遊物質中の 揮發性浮遊物質量의 比로 본다면 물금이 35.2%, 구포가 22.9%, 하단이 16.2%로 물금地點이 揮發性 浮遊物質 含有比率이 가장 높다.

5. 湖沼의 營養度에 適用해 보면 클로로필 a 量으로서는 물금과 구포地點에서는 겨울을 除外한 全季節에서 富營養化狀態이고 無機態 窒素量으로서는 全地點이 富營養化 狀態이며 磷酸鹽量으로서는 全地點이 中富營養 狀態이다.

이상의 結果에서 考察해 보면 現在 강물이 흐르는 狀態에서 營養鹽類의 含量이 매우 많은 富營養化 狀態에 있으므로 이러한 강물이 하구언이 設定되어 貯流하게 된다면 富營養化의 進行에 의해 水質 惡化가 예상된다.

文 獻

1. 朴清吉. 1975. 鎭海灣海水의 富營養化와 클로로필 分布. 韓國水産學會誌 8(3), 121-126.
2. 金東君·李文鎬·宋準相·徐胤洙. 1982. 湖沼水의 富營養化 現象에 관한 調查研究. Report of NEPI, Korea 4, 147-154.
3. 元鍾勳. 1964. 洛東江 河口干潟地 水質의 年間變化. 大韓化學會誌 8, 192-199.
4. 元鍾勳. 1970. 慶南 昌原郡 熊東面 龍院里 갈밭의 水質에 대하여. 韓國海洋學會誌 5, 30-36.
5. 崔相·鄭兌和·文享植. 1970. 洛東江 河口地域의 海苔漁場開發에 관한 研究. 科技處, 1970年度 研究開發事業報告書(MOST-R-70-25-F), 1-53.
6. 崔相·鄭兌和. 1972. 洛東江 河口水域의 營養鹽類와 有機懸濁物質. 韓國海洋學會誌 7(1), 1-14.
7. 釜山直轄市. 1976. 洛東江 水質調查 報告書.
8. 李瑞來·崔彥浩·宋基俊·梁在昇·宋賢順·盧在植. 1980. 洛東江 水系의 水質保全을 위한 調查研究. (1) 1978年度 季節別 本流의 水質分析. 環境保全協會誌 1(2), 39-55.
(3) 1979年度 季節別 本流의 水質分析. 環境保全協會誌 1(2), 55-70.
9. APHA, AWWA, APCF. 1981. Standard methods for the examination of water and wastewater, 15th ed.
10. JIS K 0102, 1981. 工場排水試驗法.

11. 國立環境研究所. 1982. 全國主要河川基礎調查. 第2次年度,
12. 洪淳佑・金河錫・朴萬基. 1979. 漢江下流 水質에 관하여. 한국육수학회지 12(3-4), 19-47.
13. 岡市友利・超智正. 1971. 瀬戸内海の汚染に関する調査研究. 1) 懸灘の有機汚染についで. 海水利用學研究ノート 1, 1-20.
14. 冲野外輝夫. 1976. 富營養化調査法. 69.
15. Choe Sang・Tai-wha Chung and Hi-Sang Kwak. 1968. Seasonal variations in primary productivity and pigment of downstream water of Han River. The Journal of the Oceanological Society of Korea. 3(1), 16-25.
16. Larsen David P., John Van Sickle, Kenneth W. Malueg and Paul D. Smith. 1979. The Effect of waste water phosphorous removal on Shagawa Lake, Minnesota: Phosphorous Supplies, Lake Phosphorous and Chlorophyll-a Water Research 13, 1259-1272.
17. Sakamoto Mitsura. 1966. Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth. Water Research Laboratory, Faculty of Science, Nagoya University.
18. Suh, Y. S., D. K. Kim, J. S. Song, M. H. Lee, S. T. Oh and K. D. Choi. 1981. Survey on lake trophic state. Report of NEPI, Korea. 3, 149-157.