Korean J. Environ. Agric.
Vol.10, No. 1, June 1991

無心川 水質 汚染 實態와 그 防止策

II. 季節別 및 時間別 現況 (1989－1990)—수온, pH, DO, BOD, COD, SS, 탁도 및 BOD 負荷量

李載球・金學南・慶箕性・郭熙寅

Contamination of the Mushim-Cheon and its Countermeasures

II. The Status of the Seasonal and Hourly Contamination of the Water(1989～1990)—Temperature, pH, DO, BOD, COD, SS, Turbidity, and BOD Load

Jae-Koo Lee, Hak-Nam Kim, Kee-Sung Kyung, and Hee-In Kwak

Abstract

In order to disclose the contamination of the Mushim-Cheon by pollutants and to establish the countermeasures, the water samples collected in November of 1989(lst sample), February(2nd), May(3rd) and August of 1990(4th) were analyzed to obtain the following results :

1. The water temperatures of the seasonal samples ranged from 8.6 to 16.2, 8.3 to 25.2, 18 to 26, and 24 to 32℃, in the lst, 2nd , 3rd, and 4th samples, respectively.
2. The pHs of all the samples ranged from 6.5 to 8.5.
3. In the 3rd sample, especially, DO was observed to fall down to 0.8 ppm at the downstream of St 13, which is not allowed even for agricultural use.
4. The BOD and COD values in sewers were much higher than those in the main stream, and especially the values of St 14-A reached 107-608 and 176-635 ppm, respectively, which far exceeded the limit of 40 ppm, the allowed value for the discharges from the disposal facilities. The SS value of St 14-A ranged from 142 to 1,900 ppm, which far exceeded the limit of 70 ppm, the allowed value for the discharges from the disposal facilities.
5. It turned out that the water quality of the Mushim-Cheon flowing through Cheong Ju was more worsened at sewers than the main stream, and at the downstream than the upstream of the surveyed area. Accordingly, the sewage disposal plant and the expansion of the disposal facilities are urgently needed.

忠北大學校 農科大學 農化學科
Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture Chung Buk National University, Cheong Ju, Korea

I. 緖　論

우리의 環境은 여러 要因으로 인하여 극히 汚染되어 우리의 健康과 日常生活에 커다란 위협이 되고 있다. 즉 土壤과 水質 및 大氣의 汚染으로 惹起되는 農作物과 食水源의 安全性 問題 그리고 住居 環境의 毁損이 바로 그것이다. 이러한 관점에서 우리나라의 주요 河川과 淡水湖에 대한 汚染實態를 調査 報告한 論文[1-19]은 상당수 있으며 이들의 대부분은 汚染의 深刻性을 지적하고 있다.

無心川은 淸州市의 중심부를 남북으로 貫流하며, 本流에 영운동 取水場이 있어 청주시의 上水中 일부를 공급하고, 周邊 農耕地에 대한 農業用水 供給源일뿐만 아니라 청주시민의 생활과 밀접한 관계가 있어 그 오염 실태를 1989년부터 3년간의 課題로 調査하고 있으며 그 일부는 이미 보고한 바 있다[2]. 본 연구는 계속된 연구의 일환으로 1989-1990년도에 걸쳐 4季節에 있어서의 무심천 수질의 變動과 一日中 時間別 수질의 변동 상황을 분석하여 本報에서는 水溫, pH, DO, BOD, COD, SS, 濁度 및 BOD 負荷量에 관하여만 報告하고자 한다.

II. 材料 및 方法

1. 調査 地點

試料는 流路 연장 34.5km인 無心川 下流中 美湖川과 合流되는 地點으로부터 上流 方向으로 約 8.4 km인 都市 下水에 의한 汚染이 深化된 地點內에서 그림 1, 2와 表 1에서 보는 바와 같이 本流의 主要 地點과 無心川으로 流入되는 主要 支川 및 生活 下水口에서 試料를 採取하였으며, 無心川으로 流入되는 家庭 下水의 時間別 負荷量과 一定 地點의 時間別 水質 變化를 調査하기 위하여 代表的인 生活 下水口인 St 2-A(淸南橋 下流 下水流入口), St 7-A (사직동 下水 流入口), St 11-A(오정목 및 시영 아파트 下水 流入口)에서 24時間 동안 4時間 間隔으로 採水하였다. 즉 季節別 試料採取의 境遇 1次 試料 (11월 試料)는 46地點, 2次 試料 (2月 試料)는 30地點, 3次 試料 (5월 試料)는 21 地點, 4次(8月 試料) 試料는 21地點에서 試料를 採取하였고, 時間別 試料 採取의 境遇 1次 試料 (2月 試料)와 2次 試料 (5月 試料) 各各 St 2-A, St 7-A, St 11-A에서 24時間 동안 4時間 間隔으로 採水하였다.

2. 調査 時期

1次 試料 採取는 1989年 11月 23日과 24日, 2次 試料는 1990年 2月 7日, 3次 試料는 同年 5月 10日, 4次 試料는 同年 8月 30日에 實施하였으며 採水 地點 및 採水 時刻은 表 2에서 보는 바와 같다. 한편 時間別 試料 採取境遇 1次 試料는 1990年 2月 7日 08：00時부터 翌日 04：00時까지, 2차 試料는 1990年 5月 21日 20：00時부터 翌日 16：00時까지 實施하였으며 이는 表 3에서 보는 바와 같다.

Table 1. Location of sampling sites for the water analysis of the Mushim-Cheon

Site No.	Location of sampling sites
1	청남교 하류
2-A	청남교 하류 하수유입구
2	2-A 50m 하류
3	모충교 하류
4	남사교 상류 하수유입구 50m 위
5-A	남사교 상류 하수유입구
5	5-A 50m 하류
6	서문교와 청주대교 중간 지점
7-A	사직동 하수유입구
7	7-A 50m 하류
8	제1운천교 상류 50m
9-A	운천 APT 하수 유입구
9	9-A 50m 하류
10	시영 APT 하수 유입구 50m 상류
11-A	시영 APT 하수 유입구
11	11-A 10m 하류
12-A	율량천 유입구
12	율량천과 무심천의 합류 지점
13	분뇨처리장 배출구 상류
14-A	분뇨처리장 배출구
14	14-A 50m 하류

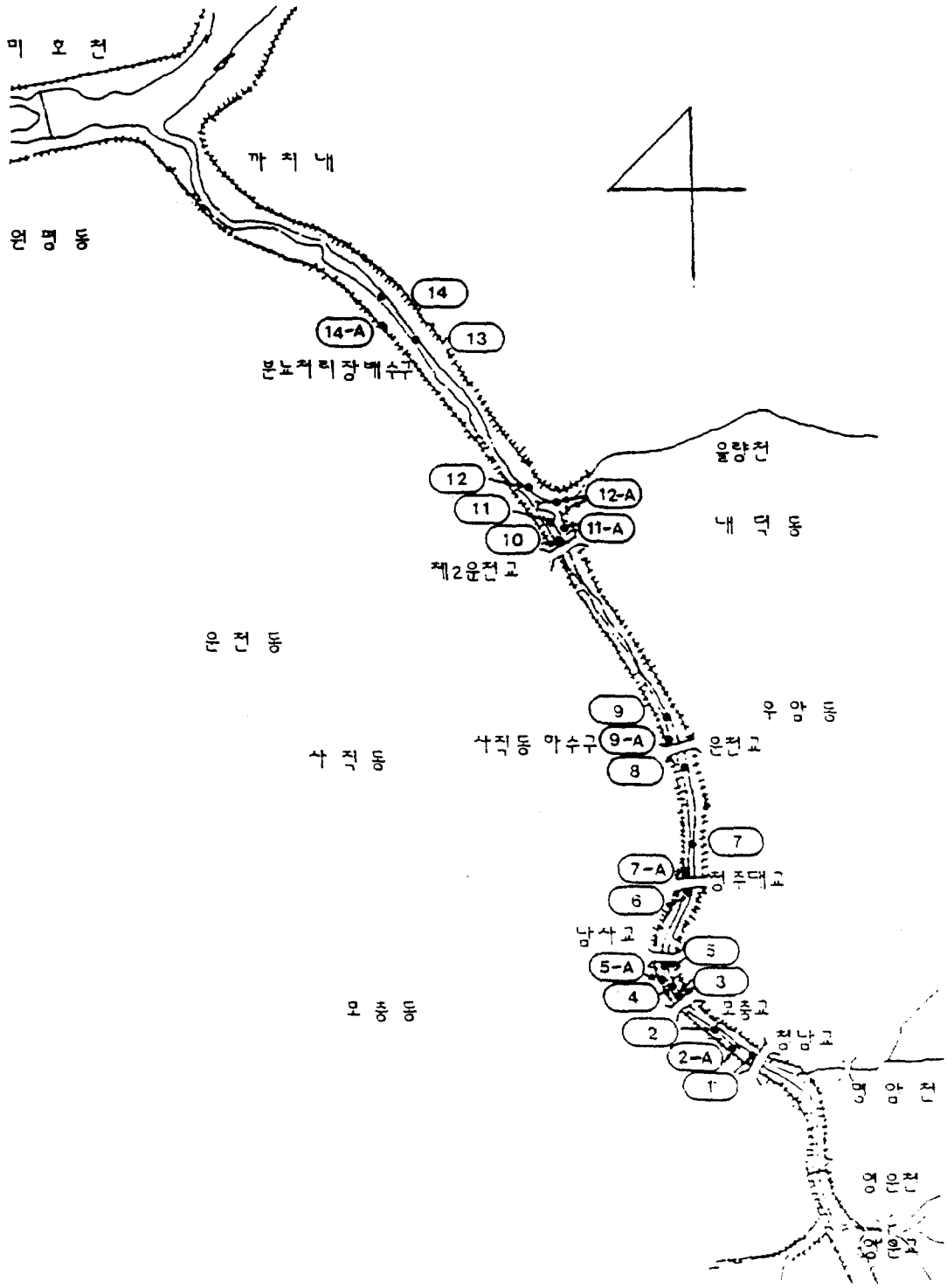

Fig. 1. Map for the water sampling sites of the Mushim-Cheon.

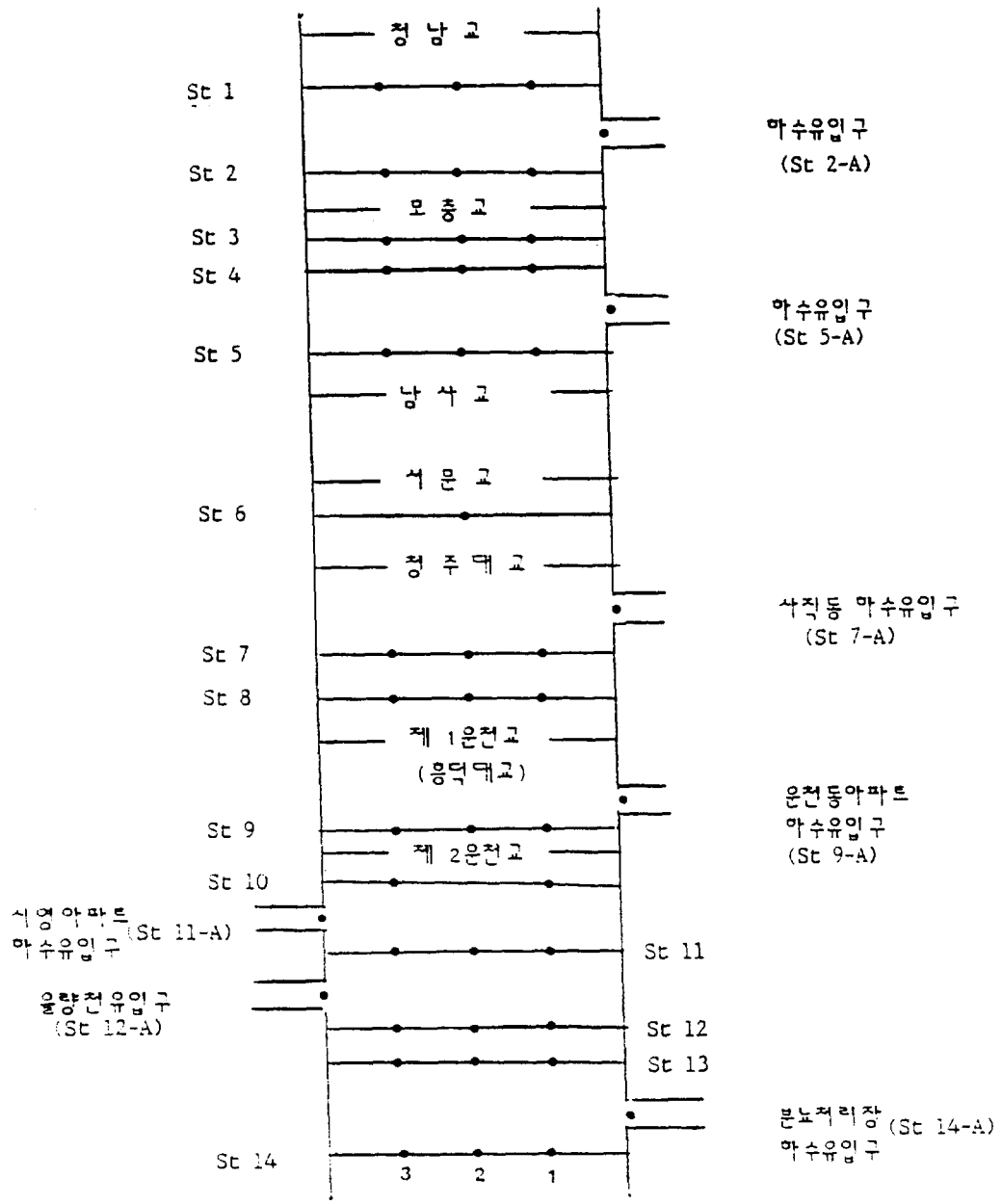

Fig. 2. The planar presentation for the water sampling sites of the Mushim-Cheon.
(● : sampling position)

Table 2. Sampling date and time of water samples

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	11/23/89	2/7/90	5/10/90	8/30/90
-2	12 : 00	08 : 10	09 : 40	14 : 37
-3	〃			
2-A	〃	08 : 00	10 : 00	14 : 39
-1	12 : 44			
-2	〃	08 : 20	10 : 05	14 : 42
-3	〃			
3-1	15 : 14			
-2	〃	08 : 35	10 : 25	14 : 50
-3	〃			
4-1	15 : 30			
-2	〃	08 : 45	10 : 35	15 : 02
-3	〃			
5-A	15 : 40	08 : 47	10 : 40	15 : 05
-1	16 : 30	09 : 20		
-2	〃	〃	10 : 42	15 : 16
-3	〃	〃		
-6	15 : 56	09 : 35	10 : 56	15 : 20
7-A	16 : 10	09 : 00	11 : 10	15 : 34
-1	16 : 29	09 : 40		
-2	〃	〃	11 : 24	15 : 37
-3	〃	〃		
8-1	16 : 46			
-2	〃	10 : 17	11 : 40	15 : 55
-3	〃			
9-A	17 : 36	10 : 23	11 : 45	16 : 05
-1	17 : 44	10 : 30		
-2	〃		11 : 50	16 : 08
-3	〃	〃		
10-1	11/24/89			
-2	17 : 00	10 : 45	13 : 54	16 : 40
11-A	〃	10 : 00	13 : 56	16 : 45
-1	17 : 15	12 : 46		
-2	〃		13 : 58	16 : 48
-3	〃			
12-A	17 : 22	12 : 50	14 : 10	16 : 50
-1	17 : 28	12 : 55		
-2	〃	〃	14 : 20	16 : 54
-3	〃	〃		
13-1	18 : 00			
-2	〃	13 : 30	14 : 30	17 : 10
-3	〃			
14-A	18 : 00	13 : 30	14 : 32	17 : 15
-1	18 : 15	〃		
-2	〃	13 : 40	14 : 42	17 : 20
-3	〃	〃		

Table 3. Sampling date and time of water samples collected at an interval of every four hours

Sampling		1st		2nd	
Site No.	Time	Date	Time	Date	Time
2-A	08 : 00	2/7/90	08 : 00	5/22/90	08 : 15
	12 : 00	〃	12 : 00	〃	12 : 15
	16 : 00	〃	16 : 00	〃	16 : 07
	20 : 00	〃	20 : 00	5/21/90	20 : 05
	00 : 00	〃	00 : 00	5/22/90	00 : 15
	04 : 00	〃	04 : 00	〃	04 : 35
7-A	08 : 00	〃	09 : 00	〃	08 : 30
	12 : 00	〃	12 : 20	〃	12 : 23
	16 : 00	〃	16 : 30	〃	16 : 27
	20 : 00	〃	20 : 35	5/21/90	20 : 25
	00 : 00	2/8/90	00 : 35	5/22/90	00 : 25
	04 : 00	〃	04 : 25	〃	04 : 43
11-A	08 : 00	2/7/90	10 : 00	〃	08 : 43
	12 : 00	〃	12 : 35	〃	12 : 45
	16 : 00	〃	16 : 45	〃	16 : 50
	20 : 00	〃	20 : 45	5/21/90	20 : 40
	00 : 00	2/8/90	00 : 50	5/22/90	00 : 40
	04 : 00	〃	04 : 40	〃	05 : 00

3. 採水 方法

採水 現場에서 水溫과 溶存酸素量(DO) 및 氣溫을 測定한 후 試料를 6L Polyethylene 容器에 담아 實驗室로 運搬 分析하였고 試料를 保管할 必要性이 있을 境遇에는 試料 1L 當 黃酸을 2ml씩 添加하여 4℃의 冷藏暗室에 保管하였다.

4. 分析 方法

모든 試料의 分析은 環境汚染 公定試料分析法[20]과 Standard Method[21] 및 前報[2]에 準하였다. 즉 水溫 및 DO는 DO meter(Jenway, Model 9070, England)를 이용하여 採水現場에서 測定하였으며, pH는 Fisher pH Ion Meter로, BOD_5는 稀釋 培養法, COD는 알칼리성 KM_nO_4, SS는 重量法, 濁度는 Turbidity meter(Lamotte Chemical, USA)로 測定하였다.

5. 流量 및 BOD 負荷量 測定

流量은 河川의 橫斷面積에 流速을 곱하여 求하였다. 즉 江幅을 3等分하여 各 區劃間의 距離와 水深을 測定하여 橫斷面積을 求하였다. 또한 流速은 流速計(CB-1B Current meter, Japan)를 利用하여 測定하였다. 한편 BOD 負荷量은 그 地點의 BOD 값에 總下水量을 곱하여 求하였다.

III. 結果 및 考察

1. 水溫, pH 및 氣溫

調査地點에서의 水溫은 表 4에서 보는 바와 같이 1次, 2次, 3次, 4次 試料의 境遇 各各 約 8.6-16.2℃, 8.3-25.2℃, 16-26℃, 24-32℃ 範圍였으며 時期別 水溫의 差異는 季節의 變化에 따른 氣溫의 影響으로 생각되며 특히 겨울 試料(1次, 2次, 試料)의 境遇는 本流보다 下水 流入口에서 더 높은 傾向으로 나타났다. 또한 時間別 試料 採取의 境遇 表 5에서 보는 바와 같이 水溫은 1次, 2次 試料는 各各 0.4-16.4℃와 16-19.5℃의 範圍였다. 한편 氣溫은 表 5와 6에서 보는 바와 같다.

2. pH

pH는 1次, 2次, 3次, 4次 試料의 境遇 表 7에서 보는 바와 같이 各各 6.5-7.4, 6.9-7.8, 6.8-7.4, 6.7-7.6의 範圍였고 時間別 試料의 境遇는 表 8에서 보는 바와 같이 1次, 2次 試料 各各 6.8-7.7, 6.6-7.3의 範圍로 1級 上水源水의 許容値인 pH 6.5-8.5 範圍에 屬하였다.[22]

3. 溶存酸素量

우리나라 環境保全法에서 DO는 1級 上水源水인 境遇는 7.5ppm 以上, 2, 3級 上水源水는 5ppm 以上, 그리고 農業用水는 2ppm 以上으로 規定하고 있는데[22, 23] 조사지점에서의 DO는 1次 試料의 St 8, 9, 11-A와 12, 3次 試料의 St 11-A와 13 下流, 그리고 4次 試料의 St 5-A, 11-A와 14-A를 除外한 調査地點에서의 DO는 表 9에서 보는 바와 같이 全地域에서 農業用水 許容値인 2ppm 以上이었고 時間別 試料의 境遇 表 10에서 보는 바와 같이 2次 試料의 11-A를 除外하고는 1, 2次 試料에서 모두 2ppm 以上이었다.

Table 4. Temperature of water samples

(℃)

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	9.0			
-2	8.6	8.6	19	28
-3	8.9			
2-A	13.6	12.7	18	25
-1	9.3			
-2	9.1	8.5	20	30
-3	9.4			
3-1	11.3			
-2	10.7	8.4	21	31.5
-3	10.7			

4-1	11.5			
-2	10.6	8.7	21	31.5
-3	10.7			
5-A	13.7	13.8	18	30
-1	11.8	9.5		
-2	9.5	8.7	21	32
-3	9.5	8.6		
6	11.2	8.4	21.5	32
7-A	14.7	4.9	18	26
-1	13.6	8.6		
-2	10.9	6.6	22	32
-3	10.9	8.3		
8-1	11.0			
-2	10.9	9.1	22.5	31
-3	11.0			
9-A	13.3	15.0	18.5	24
-1	11.7	10.4		
-2	10.6	8.6	22	30
-3	10.5	8.6		
10-1	10.5			
-2	10.5	16.4	23	27
11-A	13.6	16.4	23	27
-1	11.0	11.3		
-2	11.6	12.8	24	30
-3	12.3	14.8		
12-A	11.6	15.8	25	28
-1	11.1	11.7		
-2	11.3	11.6	25	30.5
-3	12.2	15.2		
13-1	11.8			
-2	10.9	13.7	25	30
-3	11.5			
14-A	16.2	25.2	24	30
-1	11.35	15.0		
-2	11.0	14.5	26	28
-3	11.2	13.8		

Table 5. Atmospheric temp. in situ and temp. of water samples collected at an interval of every four hours

(℃)

Sampling		1st		2nd	
Item		Atmos.	Water	Atmos.	Water
Site No.	Time	temp.	temp.	temp.	temp.
2-A	08 : 00	-4	12.7	14.5	19.0
	12 : 00	3	15.6	17.0	18.0
	16 : 00	4	14.3	20.0	18.0
	20 : 00	-1	3.1	14.0	18.5
	00 : 00	-1	5.5	12.0	18.0
	04 : 00	-2	5.9	13.0	18.0
7-A	08 : 00	-4	4.9	15.0	19.0
	12 : 00	2	15.5	17.0	18.0
	16 : 00	4	14.9	18.0	19.5
	20 : 00	-1	0.4	17.0	18.5
	00 : 00	-1	6.5	14.0	18.0
	04 : 00	-2	5.4	13.0	18.0
11-A	08 : 00	-5	12.8	14.3	17.0
	12 : 00	2	16.4	18.5	19.0
	16 : 00	4	15.5	18.0	19.5
	20 : 00	-2	3.1	14.0	18.0
	00 : 00	-2	6.7	13.0	17.0
	04 : 00	-2	3.2	13.0	16.0

Table 6. Atmospheric temperature(℃) at the sampling time

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	12.6			
-2	12.6	-4	24	32
-3	12.6			
2-A	12.5		25	32
-1	12.8			
-2	13.1	-4	25	32
-3	13.1			

3-1	12.6			
-2	12.6	-4	25	32
-3	12.6			
4-1	12.9			
-2	12.9	-4	25	32
-3	12.9			
5-A	12.9	-4	25	32
-1	10.5	-4	25	32
-2	10.5	-4	25	31
-3	10.5	-4		
6	10.5	-4	25	34
7-A	10.5	-4	25	32
-1	10.1	-4		
-2	10.1	-4	25	31
-3	10.1	-4		
8-1	10.1			
-2	10.1	2	28	33
-3	10.4			
9-A	8.8	-2	28	30
-1	8.4	2		
-2	8.4	2	28	30
-3	8.4	2		
10-1	10.3			
-2	10.3	2	30	29
11-A	10.3	2	30	30
-1	8.0	4		
-2	8.0	4	30	30
-3	8.0	4		
12-A	7.9	4	30	29
-1	7.0	4		
-2	7.0	4	30	31
-3	7.0	4		
13-1	7.0			
-2	7.0	4	30	31
-3	7.0			
14-A	7.0	4	30	31
-1	7.0	4		
-2	7.0	4	29	31
-3	7.0	4		

Table 7. pH of water samples

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	6.80			
-2	6.85	6.9	7.3	7.0
-3	6.85			
2-A	6.95	7.7	7.15	6.8
-1	6.90			
-2	6.90	7.0	7.35	7.0
-3	6.85			
3-1	6.95			
-2	6.90	7.1	7.4	7.0
-3	6.95			
4-1	6.85			
-2	6.85	7.1	7.2	7.0
-3	6.90			
5-A	6.80	7.8	7.15	6.8
-1	7.15	7.2		
-2	7.00	7.2	7.3	6.9
-3	6.80	7.2		
6	6.80	7.2	7.4	7.5
7-A	6.70	7.6	7.15	6.7
-1	6.65	7.0		
-2	6.72	7.2	7.35	7.2
-3	6.75	7.0		
8-1	6.75			
-2	6.80	7.2	7.4	7.1
-3	6.80			
9-A	7.40	7.6	7.15	6.7
-1	6.75	7.2		
-2	6.70	7.2	7.25	6.9
-3	6.75	7.2		
10-1	6.85			
-2	6.80	7.2	7.0	7.5
11-A	6.55	7.2	6.8	6.65
-1	6.75	7.3		
-2	6.65	7.3	7.0	7.2
-3	6.55	7.3		

12−A	6.55	7.1	6.9	7.0
−1	6.60	7.3		
−2	6.60	7.3	6.9	7.3
−3	6.70	7.2		
13−1	7.40			
−2	7.00	7.2	6.9	7.15
−3	7.05			
14−A	7.10	6.9	6.9	7.6
−1	7.10	7.3		
−2	6.95	7.3	7.0	7.2
−3	6.90	7.3		

Table 8. pH of water samples collected at an interval of every four hours

Sampling Site No.	Time	1st	2nd
2−A	08 : 00	7.7	7.0
	12.00	7.5	6.9
	16 : 00	7.5	6.9
	20 : 00	6.9	7.0
	00 : 00	7.5	6.8
	04 : 00	7.3	7.0
7−A	08 : 00	7.6	7.1
	12.00	7.5	7.2
	16 : 00	7.6	7.3
	20 : 00	6.8	7.0
	00 : 00	7.4	6.9
	04 : 00	7.4	6.9
11−A	08 : 00	7.2	6.9
	12.00	7.2	6.9
	16 : 00	7.2	6.9
	20 : 00	6.8	6.7
	00 : 00	7.3	6.6
	04 : 00	7.3	6.6

Table 9. DO of water samples

(ppm)

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1−1	5.1			
−2	5.4	7.5	4.7	5.9
−3	5.1			
2−A	2.9	5.1	3.0	2.8
−1	5.1			
−2	5.0	6.8	4.6	5.9
−3	4.6			
3−1	3.6			
−2	3.9	7.1	4.4	5.7
−3	4.6			
4−1	3.6			
−2	3.9	7.0	4.2	6.5
−3	4.5			
5−A	3.4	5.7	2.9	1.8
−1	5.0	7.0		
−2	5.6	7.5	3.6	6.6
−3	4.5	7.6		
6	2.9	7.1	4.0	9.1
7−A	2.1	5.6	2.9	3.2
−1	2.1	7.0		
−2	3.1	7.0	3.0	8.8
−3	3.3	6.9		
8−1	1.8			
−2	3.1	6.6	3.6	9.9
−3	1.8			
9−A	3.1	5.3	3.5	2.9
−1	1.8	6.2		
−2	2.0	6.7	2.6	6.3
−3	2.1	6.7		
10−1	2.8			
−2	2.7	6.1	2.5	7.8
11−A	1.6	3.8	1.2	1.6
−1	2.2	6.6		
−2	2.3	5.8	2.5	7.5
−3	2.1	4.1		

12-A	2.9	4.8	2.1	4.6
-1	1.9	6.5		
-2	2.1	6.6	2.4	7.5
-3	2.0	4.2		
13-1	3.9			
-2	3.7	5.2	1.0	5.2
-3	3.4			
14-A	3.4	2.3	0.8	1.6
-1	3.8	4.4		
-2	3.7	4.7	0.8	4.8
-3	3.8	5.6		

Table 10. DO of water samples collected at an interval of every four hours

(ppm)

Sampling		1st	2nd
Site No.	Time		
2-A	08 : 00	5.1	2.1
	12.00	4.7	2.4
	16 : 00	5.5	2.4
	20 : 00	5.7	2.5
	00 : 00	5.2	3.1
	04 : 00	6.1	3.2
7-A	08 : 00	5.6	2.8
	12.00	5.8	2.9
	16 : 00	6.3	2.9
	20 : 00	6.2	2.7
	00 : 00	5.8	2.8
	04 : 00	6.6	4.2
11-A	08 : 00	3.8	1.0
	12.00	3.0	0.9
	16 : 00	3.6	1.1
	20 : 00	3.9	1.1
	00 : 00	3.2	0.9
	04 : 00	3.6	2.0

4. 生化學的 酸素要求量(Biochemical Oxygen Demand, BOD)

우리나라의 環境保全法에서 定하는 1級 上水源水의 BOD는 1ppm 以下, 2級 上水源水와 水泳用水가 3ppm 以下, 3級 上水源水가 6ppm 以下, 그리고 生活環境保全의 境遇는 10ppm 以下로 規定하고 있다.[22, 23] 調査 地點에서의 BOD는 表 11에서 보는 바와 같이 1次, 4次 試料의 St 1, 2次 試料의 St 1, 2, 3, 4의 境遇는 우리나라 環境保全法上의 3級 上水源水에 該當하였으나 그 以外의 地點에서는 下流로 내려갈수록 汚染 程度가 深化되어 本流의 境遇 調査 地點의 最下流에서는 46.8ppm에서 最高 78ppm까지 BOD가 增加하고 있음을 볼 수 있다. 下水 流入口(St 2-A, 5-A, 7-A, 9-A, 11-A)의 境遇는 本流보다 越等히 높은 BOD값을 나타내었으며 특히 糞尿處理場 排出口(St 14-A)의 境遇는 1, 2, 3次 試料가 各各 185, 107.5, 370ppm이었고 4次 試料의 境遇는 680ppm으로써 環境保全法上 糞尿處理場에서 糞尿處理 後 放流水의 BOD 許容置인 40ppm 以下를 크게 超越하고 있어 徹底한 糞尿處理와 이의 徹底한 監視監督이 要求된다. 한편 一日中 時間別 試料의 境遇는 表 12에서 보는 바와 같이 調査 時期에 따라 差異를 보여 St 2-A와 7-A의 境遇 1, 2次 試料 모두 04 : 00時에 가장 낮은 수치를 나타내었으나 St 11-A의 경우, 1次 試料에서 08 : 00時, 2次 試料 모두 04 : 00時에 가장 낮은 數値를 나타내었는데 이는 下水가 家庭으로부터 調査 地點까지의 距離 및 到達 時間 等에 따라 달라지는 것으로 보이며 대체로 1次 試料(1990年 2月)보다 2次 試料(1990年 5月)의 汚染이 더욱 深化되었음을 보여준다.

5. 化學的 酸素 要求量(Chemical Oxygen Demand, COD)

COD는 우리나라 環境保全法에 1級 上水源水는 1ppm 以下, 2級 上水源水는 3ppm 以下, 3級 上水源水는 6ppm 以下로 規定하였고 生活環境의 保全을 위해 10ppm 以下로 制限하고 있다.[23] 各 調査 地點의 COD는 表 13에서 보는 바와 같이 1, 2, 3, 4次 試料의 모든 地點에서 8.3ppm 以上으로 上水

Table 11. BOD of water samples

(ppm)

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	4.8			
-2	3.2	2.3	7.1	4.8
-3	4.3			
2-A	17.7	46.0	72.0	54.0
-1	9.2			
-2	7.9	2.5	7.3	8.4
-3	7.8			
3-1	7.9			
-2	7.5	2.3	7.4	8.0
-3	7.6			
4-1	13.8			
-2	13.6	4.7	33.0	7.2
-3	13.0			
5-A	20.7	42.0	87.0	69.0
-1	37.4	30.0		
-2	18.8	10.4	34.0	21.5
-3	17.0	9.0		
6	14.3	7.8	18.0	10.8
7-A	30.3	52.2	87.0	52.0
-1	25.0	23.4		
-2	13.6	19.0	31.0	14.3
-3	13.8	16.8		
8-1	14.0			
-2	12.3	13.2	32.0	14.5
-3	12.2			
9-A	40.0	44.4	75.0	71.0
-1	35.2	23.5		
-2	12.9	13.0	38.0	31.0
-3	13.0	12.4		
10-1	28.0			
-2	19.0	11.3	36.0	28.5
11-A	39.6	22.4	99.0	66.0
-1	25.9	18.6		
-2	19.7	17.4	46.5	24.0
-3	15.3	27.6		
12-A	11.9	28.0	57.0	39.8
-1	17.4	18.6		
-2	11.4	16.2	52.0	28.0
-3	10.9	26.8		
13-1	27.0			
-2	13.8	22.4	58.5	56.0
-3	17.7			
14-A	185.0	107.5	370.0	680.0
-1	58.4	61.5		
-2	46.8	40.0	78.0	60.0
-3	30.1	39.0		

Table 12. BOD of water samples collected at an interval of every four hours

(ppm)

Sampling		1st	2nd
Site No.	Time		
2-A	08 : 00	46.0	110.0
	12.00	63.6	112.5
	16 : 00	43.5	69.0
	20 : 00	60.6	115.0
	00 : 00	26.4	84.0
	04 : 00	15.6	48.0
7-A	08 : 00	52.2	125.0
	12.00	39.0	90.0
	16 : 00	44.4	78.0
	20 : 00	31.5	115.0
	00 : 00	40.5	55.5
	04 : 00	18.5	24.0
11-A	08 : 00	22.4	54.0
	12.00	31.0	78.0
	16 : 00	38.0	81.0
	20 : 00	54.6	52.0
	00 : 00	52.2	57.0
	04 : 00	23.5	33.0

Table 13. COD of water samples

(ppm)

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	16.8			
-2	17.6	8.3	19.1	12.1
-3	17.8			
2-A	31.6	76.8	116.8	47.5
-1	12.7			
-2	15.3	8.3	25.1	18.1
-3	17.3			
3-1	17.3			
-2	14.7	10.4	16.6	17.0
-3	16.0			
4-1	24.6			
-2	13.8	8.3	321.2	16.4
-3	12.4			
5-A	29.4	86.2	84.6	47.5
-1	40.6	42.6		
-2	16.5	13.5	26.2	13.8
-3	24.8	8.3		
6	17.3	21.8	21.1	10.4
7-A	52.0	95.5	84.5	21.6
-1	40.1	18.7		
-2	15.8	20.8	27.2	13.0
-3	16.0	13.5		
8-1	16.8			
-2	17.3	21.8	23.2	10.4
-3	15.3			
9-A	63.9	87.2	76.5	45.4
-1	35.2	31.1		
-2	16.8	16.6	37.3	20.7
-3	17.1	13.5		
10-1	19.4			
-2	19.9	16.6	28.2	10.4
11-A	48.5	58.1	108.7	30.2
-1	24.7	21.8		
-2	37.1	51.9	42.3	18.1
-3	39.1	65.4		
12-A	33.5	63.3	54.4	30.2
-1	22.8	29.1		
-2	22.5	34.3	50.3	18.1
-3	32.9	64.3		
13-1	43.3			
-2	27.3	43.6	60.4	16.4
-3	31.4			
14-A	335.8	176.5	241.6	475.2
-1	27.5	40.5		
-2	30.6	43.6	88.6	18.1
-3	31.9	56.1		

源水로 使用할 수 없는 數値를 나타내고 있다. 또한 下水 流入口(St 2-A, 5-A, 7-A, 9-A, 11-A)가 本流보다 더 높은 數値를 보이고 있어 相當量의 汚染된 下水가 無心川으로 流入되고 있음을 알 수 있다. 특히 糞尿處理場 排出口(St 14-A)에서는 1, 2, 3, 4次 試料 각각 335.8, 176.5, 241.6, 475.2ppm으로써 相當量의 汚染 物質이 無心川으로 放流되어 無心川 最下流部와 美湖川의 主汚染源이 되고 있어 徹底한 糞尿處理가 要求된다. 한편 時間別 試料의 境遇 表 14에서 보는 바와 같이 04 : 00時 경이 가장 낮으나 實際 COD값은 모든 採水 時刻에서 높은 數値를 나타내고 있다. 따라서 無心川과 美湖川의 汚染防止를 위해서는 汚染된 家庭下水를 終末處理場에서 별도 처리한 후 放流토록 할 것이며 또한 糞尿處理場의 徹底한 糞尿處理가 要求된다.

6. 浮遊物質(Suspended Solid, SS)

우리나라의 環境保全法은 浮遊物質의 境遇 1, 2, 3級 上水源水는 25ppm 以下, 農業用水는 100ppm 以下로 定하고 있으며 下水 終末 處理場의 放流水도 70ppm 以下로 制限하고 있다.[22, 23] 調査 地點의 浮遊物質은 表 15에서 보는 바와 같이 1次 試料의 모든 地點, 2次 試料의 모든 下水流入口와 St 5-1, 9-1, 11-2, 11-3, 12-2, 12-3, 13, 14에서, 3次 試料는 St 12-A를 除外한 모든 下水流入口와 St 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14에서, 4次 試料는 St 11-A, 12-A를 除外한 모든 下水流入口와 St 1, 7, 13, 14에서 上水源水의 許容値를 超過하고 있으며 또한 時間別 試料의 境遇는 表 16에서 보는 바와 같이 1, 2次

試料中 1次 試料의 St 2-A, 7-A, 11-A의 04：00時경 試料를 除外한 모든 時間別 試料에서 上水源水 許容置인 25ppm 以下를 超過하고 있다.

Table 14. COD of water samples collected at an interval of every four hours

(ppm)

Sampling Site No.	Time	1st	2nd
2-A	08：00	76.8	84.6
	12.00	91.3	60.4
	16：00	78.9	62.4
	20：00	95.5	84.6
	00：00	49.8	76.5
	04：00	16.6	36.2
7-A	08：00	95.5	88.6
	12.00	74.7	84.6
	16：00	72.7	65.4
	20：00	83.0	92.6
	00：00	68.5	60.4
	04：00	19.7	34.2
11-A	08：00	58.1	60.4
	12.00	83.0	76.5
	16：00	89.3	74.5
	20：00	91.3	64.4
	00：00	89.3	60.4
	04：00	36.3	59.4

Table 15. SS of water samples

(ppm)

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	28.00			
-2	45.00	5.0	25.0	28.0
-3	43.20			
2-A	771.50	82.5	67.5	40.0
-1	102.00			
-2	55.40	8.0	17.5	8.0
-3	59.50			
3-1	141.00			
-2	123.50	12.0	7.5	10.0
-3	156.00			
4-1	143.00			
-2	112.50	5.0	7.5	12.0
-3	100.00			
5-A	545.00	105.0	137.5	72.0
-1	340.00	51.0		
-2	212.50	8.0	7.5	14.0
-3	156.00	5.0		
6	318.50	7.0	50.0	14.0
7-A	322.50	85.0	87.5	30.0
-1	255.50	9.0		
-2	115.50	18.0	65.0	64.0
-3	105.00	18.0		
8-1	115.11			
-2	137.50	22.0	20.0	18.0
-3	170.50			
9-A	165.00	115.0	172.5	38.0
-1	142.50	44.0		
-2	125.00	11.0	47.5	6.0
-3	152.50	9.0		
10-1	115.00			
-2	112.50	14.0	20.0	8.0
11-A	175.00	137.5	55.5	24.0
-1	122.00	20.0		
-2	115.50	46.0	27.5	12.0
-3	145.00	73.0		
12-A	92.50	57.0	25.0	8.0
-1	97.00	24.0		
-2	95.00	30.0	30.0	10.0
-3	117.50	72.0		
13-1	320.00			
-2	243.00	41.0	42.5	14.0
-3	125.00			
14-A	430.00	152.5	142.5	1900.0
-1	117.50	42.0		
-2	95.00	40.0	57.5	38.0
-3	107.50	44.0		

Table 16. SS of water samples collected at an interval of every four hours

(ppm)

Sampling Site No.	Time	1st	2nd
2-A	08 : 00	82.5	142.5
	12.00	115.0	107.5
	16 : 00	230.0	77.5
	20 : 00	125.0	77.5
	00 : 00	60.0	72.5
	04 : 00	18.0	35.0
7-A	08 : 00	85.0	82.5
	12.00	77.0	77.5
	16 : 00	125.0	67.5
	20 : 00	62.5	112.5
	00 : 00	37.5	47.5
	04 : 00	17.0	27.0
11-A	08 : 00	137.5	27.5
	12.00	112.5	37.0
	16 : 00	110.0	62.5
	20 : 00	75.0	77.5
	00 : 00	49.0	67.5
	04 : 00	20.0	50.0

7. 濁度

調査 地點의 濁度는 表 17에서 보는 바와 같이 調査 時期에 따라 差異를 보였고 주로 下水流入口와 糞尿處理場 排出口(St 14-A)에서 本流보다 높았으며 本流의 境遇는 St 7-A(사직동 下水口) 下流에서 그 上流보다 높은 傾向이었다. 또한 時間別 採水의 境遇는 表 18에서 보는 바와 같이 3個의 調査 地點에서 04 : 00時 경에 가장 낮은 값을 나타내었다.

8. BOD 負荷量

BOD 負荷量은 表 19에서 보는 바와 같이 調査 時期와 調査 地點에 따라 差異를 보여 1次 試料의 境遇 St 1, 2, 3, 4, 8에서는 1 ton/day 以下이었고 그 以外의 地點은 St 14-2에서 4.97 ton/day로 가장 높았다. 2次 試料는 St 1 ~6까지는 1 ton/day 以下이었고 그 以外의 地點은 St 13에서 3.27 ton/day로 가장 높았으며, 3, 4次 試料는 St 7-A를 제외한 모든 지점에서 1, 2次 試料보다 그 量이 현저히 증가하였으며 특히 St 14에서 각각 9.77과 10.64 ton/day로 가장 높은 數値를 나타내었다. 한편 時間別 試料의 境遇는 表 20에서 보는 바와 같이 採水時間別로 一定한 傾向을 發見할 수 없었으며, BOD 負荷量은 St 2-A에서 0.01-0.80 ton/day, St 7-A에서 0.16-3.94 ton/day, St 11-A에서 0.61-7.19 ton/day 範圍였다.

Table 17. Turbidity of water samples

(NTU*)

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	9.0			
-2	8.2	6.85	15.1	9.2
-3	9.4			
2-A	31.5	46.80	119.2	30.6
-1	7.4			
-2	7.3	6.65	16.1	9.3
-3	9.0			
3-1	7.4			
-2	8.7	10.70	12.8	8.9
-3	6.8			
4-1	8.9			
-2	9.6	10.65	22.2	6.5
-3	7.5			
5-A	29.5	86.05	137.9	60.4
-1	20.8	17.55		
-2	8.2	9.10	21.8	8.4
-3	11.7	6.85		
6	13.6	9.15	15.6	7.3
7-A	22.5	61.00	125.3	27.6
-1	26.8	14.30		
-2	10.8	11.75	28.2	7.5
-3	9.2	11.65		
8-1	10.4			
-2	10.7	15.50	21.7	6.9
-3	8.5			

9-A	54.2	144.80	141.2	72.5
-1	27.7	31.30		
-2	10.4	17.25	61.2	23.8
-3	9.7	14.01		
10-1	15.9			
-2	12.2	19.10	28.2	8.6
11-A	39.0	41.10	86.2	38.2
-1	16.0	29.55		
-2	27.5	41.95	21.1	12.6
-3	22.4	57.70		
12-A	24.5	58.10	35.2	11.7
-1	20.2	28.05		
-2	16.0	31.40	59.8	12.7
-3	14.4	60.75		
13-1	21.2			
-2	18.5	33.10	31.9	8.7
-3	21.4			
14-A	39.8	56.70	77.7	365.8
-1	17.7	31.70		
-2	17.8	43.20	76.1	31.3
-3	29.1	39.80		

* Nephelomentric Turbidity Units

Table 18. Turbidity of water samples collected at an interval of every four hours

(NTU*)

Sampling		1st	2nd
Site No.	Time		
2-A	08 : 00	46.80	100.3
	12.00	93.15	97.2
	16 : 00	238.60	60.3
	20 : 00	85.45	92.5
	00 : 00	66.15	45.6
	04 : 00	28.25	14.5
7-A	08 : 00	61.00	80.7
	12.00	72.25	67.8
	16 : 00	109.45	69.6
	20 : 00	54.50	82.5
	00 : 00	35.50	45.7
	04 : 00	12.00	13.8
11-A	08 : 00	41.10	45.8
	12.00	82.40	60.1
	16 : 00	100.15	48.9
	20 : 00	55.70	51.0
	00 : 00	39.80	44.9
	04 : 00	22.50	25.1

* Nephelometric Turbidity Units

Table 19. BOD load in situ

(ton/day)

Sampling Site No.	1st	2nd	3rd	4th
1-1	0.09			
-2	0.11	0.20	0.45	0.47
-3	0.15			
2-A	0.61	0.40	0.87	0.96
-1	0.32			
-2	0.41	0.25	0.61	0.77
-3	0.27			
3-1	0.14			
-2	0.36	0.21	0.41	0.56
-3	0.49			
4-1	0.25			
-2	0.59	0.44	0.69	0.72
-3	0.89			
5-A	0.02	0.18	0.53	0.61
-1	1.55	0.31		
-2	1.41	0.66	4.20	4.11
-3	0.24	0.22		
6	1.88	0.78	1.31	1.46
7-A	0.16	2.26	1.13	1.28
-1	0.09	0.10		
-2	0.38	0.54	3.32	3.41
-3	1.49	1.48		
8-1	0.12			
-2	0.69	1.63	2.27	2.17
-3	0.92			
9-A	0.35	0.04	0.65	0.42

−1	3.56	2.54		
−2	0.81	0.31	2.79	2.54
−3	0.67	0.04		
10−1	2.20			
−2	1.00	1.57	4.76	3.86
11−A	1.64	1.74	7.70	6.94
−1	0.87	1.38		
−2	1.57	1.62	4.62	4.37
−3	1.44	0.91		
12−A	0.03	0.44	1.63	1.82
−1	1.05	1.14		
−2	1.16	1.93	6.51	4.85
−3	0.44	1.04		
13−1	1.31			
−2	1.34	3.27	6.72	6.82
−3	1.07			
14−A	0.96	0.19	6.07	6.78
−1	1.31	1.43		
−2	4.97	3.53	9.77	10.64
−3	2.73	1.92		

Table 20. BOD load of the main sewers into the Mushim-Cheon at different times

(ton/day)

Sampling		1st	2nd
Site No.	Time		
2−A	08 : 00	0.40	0.19
	12 : 00	0.49	0.19
	16 : 00	0.60	0.12
	20 : 00	0.31	0.80
	00 : 00	0.11	0.44
	04 : 00	0.01	0.17
7−A	08 : 00	2.26	2.16
	12 : 00	2.02	1.56
	16 : 00	0.23	0.67
	20 : 00	0.24	3.94
	00 : 00	2.45	1.44
	04 : 00	0.16	0.21
11−A	08 : 00	1.74	3.60
	12 : 00	2.87	1.95
	16 : 00	2.79	2.03
	20 : 00	3.44	4.94
	00 : 00	2.26	7.17
	04 : 00	0.61	2.54

IV. 要　約

清州市를 貫流하는 無心川의 水質汚染 實態分析과 그 低減 方案을 摸索하기 위한 硏究의 일환으로 季節別 ['89年 11月(1차 試料), '90年 2月(2차 試料), 5月(3차 試料) 및 8月(4차 試料)]과 時間別 ['90年 2月(1차 試料), 5月(2차 試料)]로 採水한 試料를 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 各 季節別 試料의 水溫은 1, 2, 3, 4次 試料 各各 8.6-16.2℃, 8.3-25.2℃, 18-26℃, 24-32℃ 範圍였고, 時間別 試料의 境遇는 1次, 2次 各各 0.4-16.4℃, 16-19.5℃ 範圍였다.
2. 無心川水의 pH는 年中 pH 6.5-8.5 範圍이었다.
3. 溶存酸素(DO)는 특히 3次 試料(1990년 5월 試料)의 St 13 以下에서 1ppm 以下가 되어 農業用水(許容値 : 2ppm 以上)로도 使用할 수 없는 水質이었다.
4. BOD와 COD는 대부분 無心川 本流보다 下水流入口에서 더 높았으며 특히 糞尿處理場 排出口(St 14-A)에서 BOD는 107~680 ppm으로써 분뇨처리장 放流水의 許容値인 40ppm을 크게 超過하고 있으며, COD도 176-635ppm으로 매우 높았다. 또한 SS도 142-1,900ppm으로써 糞尿處理場 放流水의 許容値인 70 ppm보다 훨씬 높은 數値였다.
5. 無心川의 水質은 本流의 調査 地點보다는 下水流入口에서, 그리고 上流보다는 下流에서 크게 惡化되고 있어 下水終末處理施設의 時急한 設置運營과 糞尿處理施設의 擴充이 切實히 要望된다.

謝 辭

本 論文은 1989年度 韓國科學財團 硏究費로 遂行된 硏究의 一部이며 同 機關에 謝意를 表합니다.

參考文獻

1. 심재환, 박근조, 김원기(1988) : 대호의 수질 변화에 대한 연구, 한국 환경농학회지, 7(2), 102.
2. 이재구, 경기성, 김학남, 오경석(1990) : 무심천 수질오염실태와 그 방지책.
I. 하계절의 수질오염분석, 한국환경농학회지, 9(1), 23.
3. 최언호, 이서래(1982) : 낙동강 중류 수계의 수질조사연구(1978-1980), 한국환경농학회지, 1(1), 31.
4. 최언호, 이서래(1980) : 낙동강 중류 수계의 자정능력평가, 한국환경농학회지, 1(1), 39.
5. 이서래, 최언호, 송기준, 양재승, 송현순(1979) : 하천 수계의 수질보전을 위한 조사연구(낙동강), 한국원자력연구소, 1978년도 연구결과보고서, KAERI/241. RR-110/79, 104.
6. 정용(1975) : 한강수 오염과 그 수계에 대한 연구, 수도, 5, 18.
7. 한인전, 김은식, 최석남(1982) : 금강 수질오염도 조사, 과학교육연구, 14.
8. 이서래, 최언호 외 4인(1980) : 낙동강 수계의 수질보전을 위한 조사 연구, 제 1보, 1(1), 939.
9. 담수호의 환경오염 및 부영양화 방지대책 수립(1987) : 농업진흥공사.
10. '86 대청댐 유역내 수질 및 오염원 조사 연구(1986) : 산업기지개발공사.
11. 아산호 수질조사보고서(1983) : 농업진흥공사.
12. 전국주요하천 기초조사(II)(1983) : 환경연구소.
13. 홍사욱, 나규환, 신경식(1978) : 한강수계의 5개호에 대한 육수학적 연구, 과학기술연구, 제6집.
14. 정영호, 김복진, 한기학(1973) : 우리나라 수질오염 실태조사, 농사시보, 제15집(식물환경편), 7.
15. 전국 주요하천 유역 기초조사(제 1차 년도) 요약 보고서(1981) : 환경청.
16. 금강유역의 수질조사(1988) : 산업기지개발공사.
17. 정태명, 하호성, 허종수(1981) : 경남지방의 하천수질오염에 관한 연구, 제1보 : 남강의 수질오염실태조사, 경상대 농업연구소보, 15, 99-108.
18. 조성진, 이재구, 김창한, 이주열(1979) : 무심천 및 미호천 주변지역의 환경오염실태와 이의 방지대책에 관한 연구, 산학협동, 79-16, 농촌진흥청.
19. 하호성, 고영두, 옥치율, 허종수(1988) : 남강유역의 수질오염원 현황과 장래 예측, 경상대 새마을 연구, 6, 1.
20. 김종택(1986) : 환경오염공정시험법해설(수질분야), 신광출판사.
21. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th edition, American Public Health Association.
22. 양상현(1987) : 수질공학, 동화기술.
23. Choi, E. H. and Lee, S. R.(1982) : Studies on the water quality along the midstream of Nakdong River in 1978-1980, Kor. J. Environ. Agric. 1(1).