

大湖의 水質變化에 관한 研究

沈載環*· 朴根助*· 金元基*

A Study of Water Quality of Lake Daeho

Jae-Hwan Shim,* Geun-Jo Park,* Weoun-Ki Kim*

Abstract

This study was designed to find out whether the water quality of Lake Daeho would be suitable for agricultural purposes during 1984-1988 period.

The results were as follows :

1. There was an apparent seasonal temperature fluctuation (6-25°C) above the entrance of the culvert at the depth of 14m, but the temperature below remained constant at 11.9°C.
2. The yearly water qualities observed at the deepest site by the seadike were 7.4-7.5 pH, 16,800-1,472 µmhos/cm EC, 9.2-10.8ppm DO, 1.3-2.5ppm DOD, 2.4-5.3ppm COD, 0.22-2.29ppm T-N, 0.01-0.10ppm T-P.
3. The average values of water qualities at the epilimnion in 1988 were 7.6 pH, 1,745µmhos/cm EC, 10.8ppm DO, 1.8ppm DOD, 2.4ppm COD, 0.52ppm T-N, 0.05ppm T-P.
4. The salinity of the epilimnion at a 6m depth was 29,000ppm before the final closure of the seadike. It was 11,000 ppm in March 1984, 4,300ppm in March 1985, 2,000ppm in March 1986 and 1987, and 900ppm in March 1988. The salinity of the whole water column decreased from 29,000ppm to 1,200 ppm in March 1988. The average salinity above and below the culvert in 1987 was about 1,300ppm, and 30,000ppm respectively reaching that of seawater.
5. The highest salinity was observed at the epilimnion by the seadike, showing about 5,835ppm in 1984.
6. The seasonal salinity fluctuation was 2,000ppm in May, 800ppm in October, and 485ppm in September 1987.
7. The halocline was observed at the depth of 14m where the entrance of the culvert was located.

Therefore, the epilimnion water is suitable for agricultural purposes, and the intake of water from Lake Sapkyo seems to be unnecessary.

緒 論

人口의 增加 및 經濟발전으로 인한 産業構造의 變遷으로 나날이 變貌되어가는 環境속에서 生態系는 물론 人間의 生命마저 위협하는 오염원이 急增하고 있다.

産業廢水 및 都市주변의 生活하수가 未處理된 狀態로 방류되어 水資源 이용에 큰 어려움을 주고 있으며, 이런 結果로 우리나라 主要수계는 물론 湖沼, 淡水湖의

수질도 營養段階 評價 및 오염원調查가 環境廳 및 기타 研究機關에서 調查 報告되고 있다.^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}

대호지구는 西南海岸 干拓事業의 일환으로 忠南 서산군과 당진군 사이의 1호 防潮堤(3,253m) 및 2호 防潮堤(4,559m)를 막아 總3,700ha의 干拓地와 4,000ha의 배후지에 農業用水를 공급할 目的으로 築造되었으며, 1981년 4월에 着工하여 1983년 9월 최종체결에 성공하고, 1984년 4월 성토체결을 완공하였으며, 同年 11월에 防

* 農業振興公社 農業土木試驗研究所 (Agricultural Development Corporation Agricultural Engineering Test and Research Center)

潮堤와 배수갑문이 竣工되었고, 1985년 10월에는 제염암거 設置공사가 완공되었다.

당초 淡水化計劃에는 제염암거를 작동하고 삼교호에서 비관개기동안 5m³/sec의 제염용수를 공급하는 경우 Minami이론에 의해 3년 7개월이 소요된다는 계산이었다. 그러나 성토체절후 지금까지의 염도변화를 살펴보면 1988년 5월 말 現在 淡水層의 염도가 1,360ppm까지 낮아졌다. 본 調査는 淡水潮의 수질이 관개기동안 제염용수의 공급이 없어도 農業用水로의 利用에 目標鹽度 이하로 維持가능한 지를 調査하였기에 그 結果를 살펴보고자 한다.

材料 및 方法

1. 調査時期 및 地點

大湖의 水質調査를 위하여 체절전 1983年 부터 1988年 5월까지 간헐적으로 Table 1에서, 地點은 Table 2에서 나타내었다.

Table 1. 調査時期

年度	調査時期(月 / 日)	備考
1983	4 / 27, 10 / 30	
1984	3 / 30, 5 / 20, 6 / 22, 7 / 23, 8 / 29, 9 / 13, 10 / 1, 10 / 22, 11 / 30	
1985	3 / 26, 4 / 29, 6 / 1, 7 / 11, 8 / 17, 10 / 18	
1986	2 / 6, 3 / 30, 5 / 3, 5 / 28, 6 / 25, 7 / 25, 9 / 8	
1987	3 / 24, 5 / 29, 8 / 1, 9 / 22, 11 / 18	
1988	3 / 28, 5 / 25	

Table 2. 調査地點

地點番號	地 名	備 考
DH- 1	날 개 나루	충남 서산군 지곡면 대요리 날개나루
DH- 2	대호지나루	충남 당진군 대호지면 대호양수장
DH- 3	고대양수장	충남 당진군 고대면 고대양수장
DH- 4	해 창 곶	충남 석문면 해창간척지 합류점
DH- 5	적 서 리	충남 서산군 대산면 적서리
DH- 6	합 류 점	충남 당진군 석문면 초락도리 합류점
DH- 7	방 조 제 앞	대호 방조제 앞 제일 깊은곳

2. 調査方法

1) 採水方法 ; 採水는 採水地點의 水質을 대표할수

있는 場所에서 휴대용 시료채취기로 水深別로 採取하여, 선제 乾燥한 polyethylene 용기(2ℓ)와 BOD병(300ml)을 使用하여 前處理 後 實驗室로 運搬하였다.

2) 分析方法 ; 채수한 시료의 分析은 公署公正試驗法¹⁰⁾과 Standard Methods¹¹⁾에 準하였다. 水溫, pH, EC 및 鹽度는 現場에서 P-102 Salinity Meter로 水深別로 測定하였으며, 實驗室에서 탁상용 EC Meter로 測定, 補完하였다.

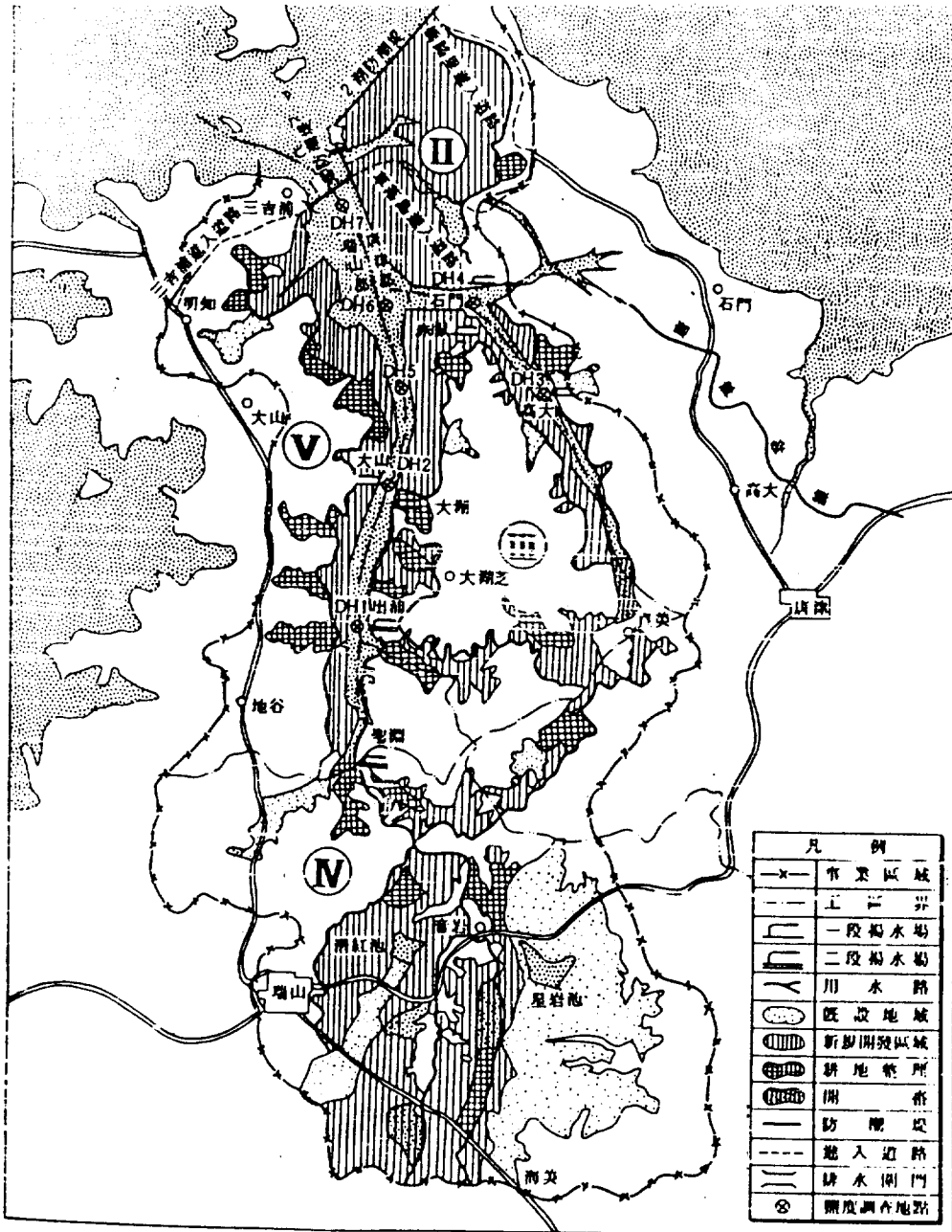
DO는 現場에서 Winkler Azide 變法에 의해 0.025N-Na₂S₂O₃ 로 測定하였으며 BOD는 標準稀釋法, COD는 KMnO₄ 酸化法, SS는 重量法, T-N는 Kjeldahl分解法, T-P는 Ammonium Molybdate에 의한 比色法으로, 重金屬은 原子吸光分析法으로 測定하였다.

結果 및 考察

가. 水溫

大湖의 水溫分布는 매년 비슷한 變化를 보이고 있다.

체절 후 '84년에는 淡水化가 進行되면서 變異層의 幅이 流入量에 따라 두겹게 形成되었지만, '85年 부터 排水

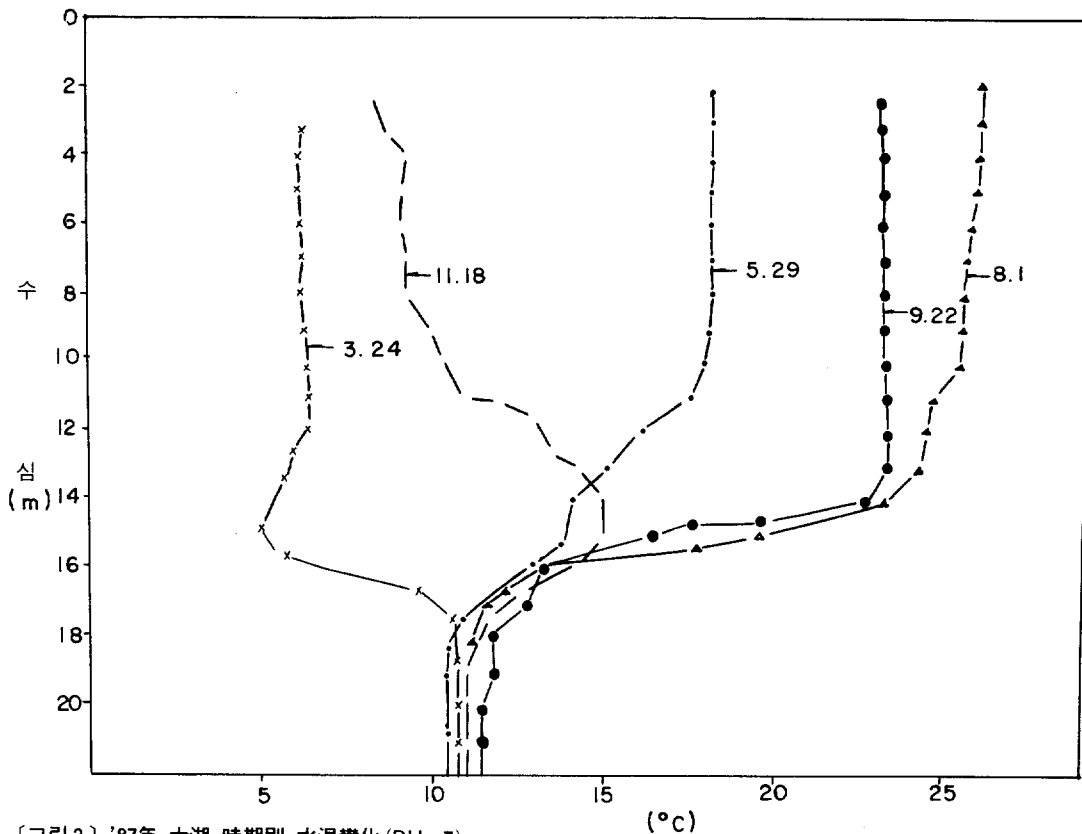


[그림 1] 大湖 水質調査 位置圖

閘門에 의한 水位調節로 變異層의 幅이 狹아지면서 現在는 전형적인 湖沼水溫 成層現象을 나타내고 있다.^{12,13)}

그림2에서 '87年度 防潮堤 앞(DH-7)地點에서 溫度變化를 살펴보면, 압거단구 위치인 -14m까지는 季節에 따

른 氣候의 영향으로 變化가 큰 循環層이고, -14m에서 -17m까지는 水溫약층을 形成하는 전이층으로 氣溫變化와 압거稼動에 따라 水溫變化幅이 크며, -18m이하에서는 11.9°C정도로 年中 變化가 없었다.



[그림 2] '87年 大湖 時期別 水溫變化(DH-7)

나. 水質汚染現況

大湖 淡水湖의 年度別 및 地點別 水質變化를 살펴보면 表 3 및 表 4와 같다.

영향¹⁴⁾으로 사료되어지며, 전기전도도는 '84年 16,800 $\mu\text{mhos/cm}$ 에서 '88年度 1,745 $\mu\text{mhos/cm}$ 로 낮아졌다. 또한 表4에서 '88年度 調査地點別 水質현황을 살펴보면 pH는 7.6정도로 全地點에서 비슷한 傾向을 보였으며,

表 3. 防潮堤 앞(DH-7)地點의 年度別 水質變化

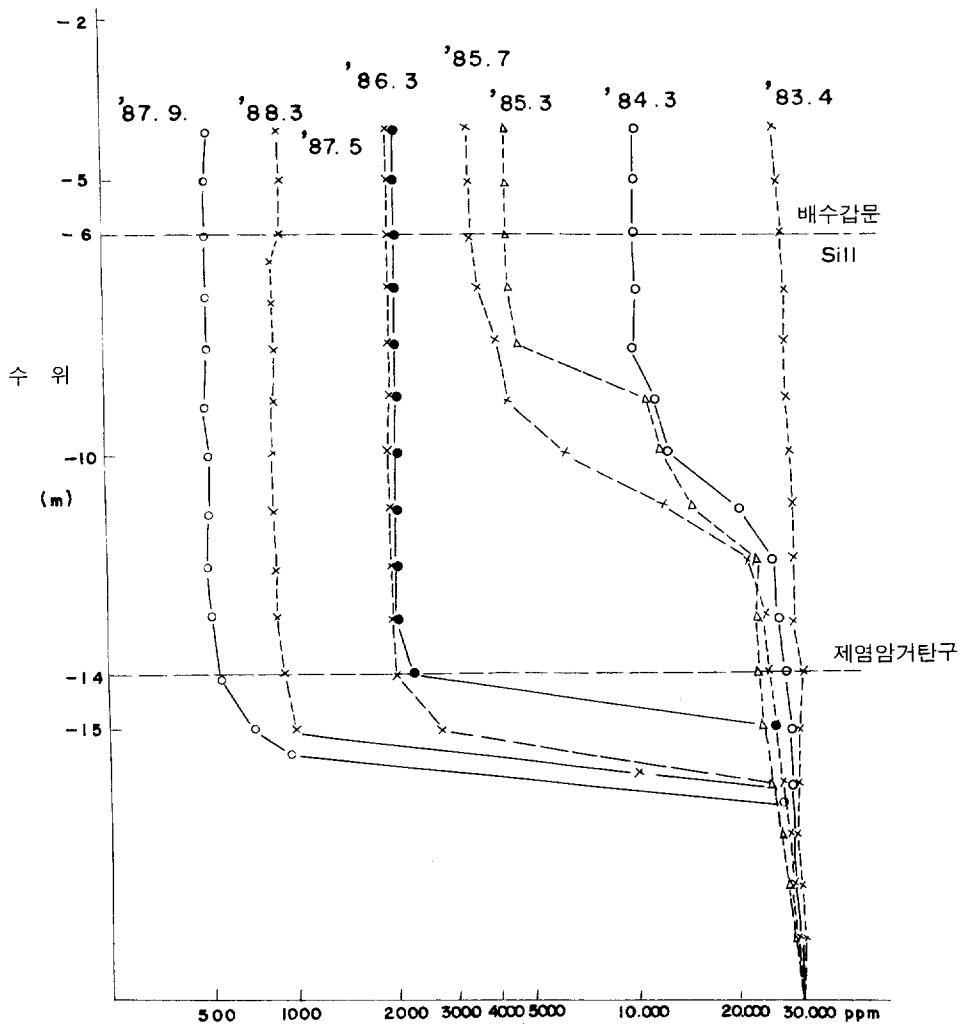
項目/ 年度	pH	EC $\mu\text{mhos/cm}$	汚染指標項目 (ppm)						重金屬 (ppm)		
			DO	BOD	COD	T-N	T-P	SS	Cu	Pb	Cd
1984	7.6	16,800	9.2	1.6	3.0	0.22	0.01	6.0	ND	0.03	ND
1985	8.1	4,900	9.2	1.3	5.3	0.39	0.03	1.6	0.01	0.03	ND
1986	7.4	2,500	-	-	2.6	0.56	0.10	0.4	0.01	0.02	ND
1987	8.5	1,472	7.8	2.5	3.2	2.29	0.09	7.5	0.02	0.03	ND
1988	7.6	1,745	10.8	1.8	2.4	0.52	0.05	4.1	ND	0.03	ND

表 3에서 年度別 pH는 7.4-8.5로 약 알칼리성을 나타내었으나, 이것은 해수 및 調査時期에 따른 藻類發生의

DO는 10.8ppm, BOD 1.8ppm, COD 2.4ppm으로 아산호 (DO 7.9ppm, BOD 7.8ppm, COD 7.8ppm)^{5,7)}에 比하여

表 4. '88年度 大湖淡水層의 地點別 水質分佈

項目 地點	pH	EC $\mu\text{mhos/cm}$	汚 染 指 標 項 H (ppm)					
			DO	BOD	COD	T-N	T-P	SS
DH- 1	7.4	1,759	11.9	2.7	2.1	0.42	0.08	4.4
DH- 2	7.6	1,738	10.6	1.4	2.1	0.54	0.05	5.4
DH- 3	7.7	1,771	10.7	1.9	2.8	0.43	0.04	7.8
DH- 4	7.7	1,727	11.1	1.8	2.6	0.51	0.05	3.4
DH- 5	7.6	1,735	11.4	2.0	3.7	0.50	0.08	4.0
DH- 6	7.6	1,735	9.9	1.2	1.7	0.48	0.01	0.8
DH- 7	7.5	7,750	10.2	1.6	2.0	0.74	0.06	2.8
平均	7.6	1,745	10.8	1.8	2.4	0.52	0.05	4.1



[그림3-1] 時期別 水深別 監度變化(防潮堤 앞)

農業用水源으로는 양호한 수질이였다.¹⁵⁾

또한 T-N는 0.42-0.74ppm, T-P 0.01-0.08ppm으로 T-P의 含量이 약간 높은 傾向이었으며 Vollenweider 分類로는 中營養狀態에 속한다.¹⁶⁾

일반적으로 湖沼는 河川水와는 달리 정체된 水域으로 물의 滯留時間이 길고, 河川에 비해 酸素의 재포기량이 적어 自淨速度가 느리나,⁵⁾ 本 淡水湖 流域의 主汚染源은 農耕地使用에 의한 것이므로, 年中 地域的인 特性인 많은 강우량과 排水閘門에 의한 적절한 水位調節로 水質汚染에는 큰 영향이 없을 것으로 사료된다.

다. 鹽度變化

大湖 淡水潮의 水深別, 時期別 鹽度變化를 살펴보면 그림3-1, 2와 같다.

그림 3-1 및 3-2에서 표층(6m)의 鹽度變化를 살펴보면, 계절전 29,000ppm정도로 減수였으나, 계절후 '83年

이와같은 變化는 파도, 간석지에서의 염분유입, 심층 염수층에서의 擴酸 및 turnover등에 의한 염분의 上昇¹²⁾도 있었지만 洪水時 강우량 및 泄留閘門의 稼動과 적절한 排水閘門의 調節에 의한 것으로 사료된다.¹⁶⁾ 또한 泄留閘門 設置水深인 -14m 部位의 염도는 25,000ppm정도에서 閘門가동 후 급격히 낮아져 표층수와 염도차이는 200ppm 정도로 閘門단구 상부는 모두 淡水層化 되었다. 湖內 平均 염도도 계절후 첫 장마의 영향으로 14,000ppm 이하로 낮아지고, '85年 8月 4,720ppm, 閘門가동 후에는 2,000ppm정도로 維持되었다. 이와같이 湖內 全體 平均 염도와 -14m 까지의 淡水層 平均鹽度 차이가 600ppm 정도로서 擴酸에 의한 염도 上昇^{4,12)}은 큰 問題가 없을 것으로 사료된다.

大湖 淡水層에서 調査 地點別 鹽度變化를 살펴보면 表6과 같다.

表 6에서 鹽度變化를 살펴보면 全 地點에서 거의 비슷한 分布를 나타내었으나 성연천 유입부인 날개나루와

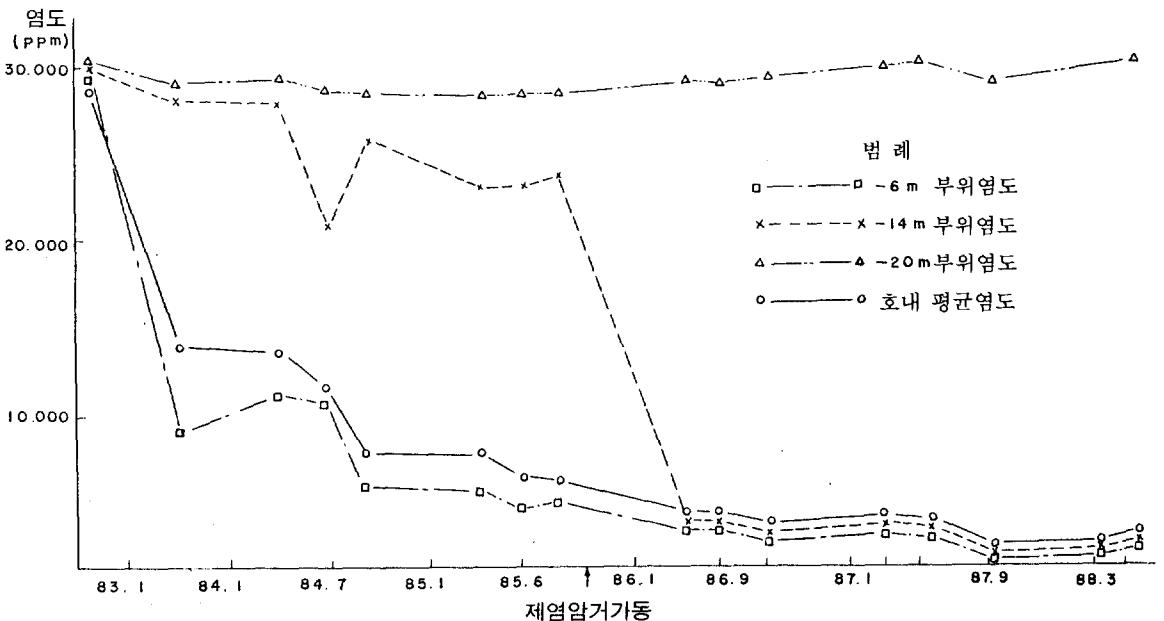


그림 3-2. 시기별, 수심별 염도변화(방조제 앞)

10月에는 9,000ppm, '84年 3月 11,000ppm, '85年 우기에는 3,000ppm까지 떨어졌다. '85年 泄留閘門 稼動 후에는 갈수기입에도 불구하고 2,000ppm 정도를 維持하다가 '86年 9月 1,400ppm, '87年 8月 洪水後에는 500ppm까지 낮아졌으며, '88年 5月에는 1,242ppm을 보였다.

천의천 유입부근인 고대양수장에서 防潮堤 앞 부근보다 약 300ppm 정도 낮게 나타났다. 또한 계절 후 淡水層에서 年度別 鹽度變化는 '84年 5,602ppm 정도에서 閘門가동 후 全 地點에서 급격한 泄留효과를 나타내어 '88年 5月 末 1,071ppm 까지 낮아졌다.

表 6. 調査地點別, 年度別 鹽度變化 (표층)

단위 : ppm

地 點 番 號	地 名	'84	'85	'86	'87	'88	備 考
DH-1	날개나루	5,401	2,311	1,841	981	1,080	
DH-2	대호양수장	5,686	3,279	1,875	1,373	1,070	
DH-3	고대양수장	5,252	2,805	1,772	1,142	1,074	
DH-4	해창골	5,473	3,008	1,778	1,298	1,066	
DH-5	적서리	5,792	3,337	1,834	1,401	1,074	
DH-6	함류점	5,779	3,370	1,951	1,426	1,054	
DH-7	방조제앞	5,835	3,386	1,914	1,398	1,077	
平 均		5,602	3,071	1,852	1,288	1,071	

湖内の地點別 鹽度は 調査時期에 따른 강우량, 간석지, 지하수 및 유입유량 등에 따라 變化가 많았다.

그림 4에서 '87年度 調査時期別 鹽度變化를 살펴보면 갈수기인 5월 末에 2,000ppm 정도에서 홍수기 後 8월에

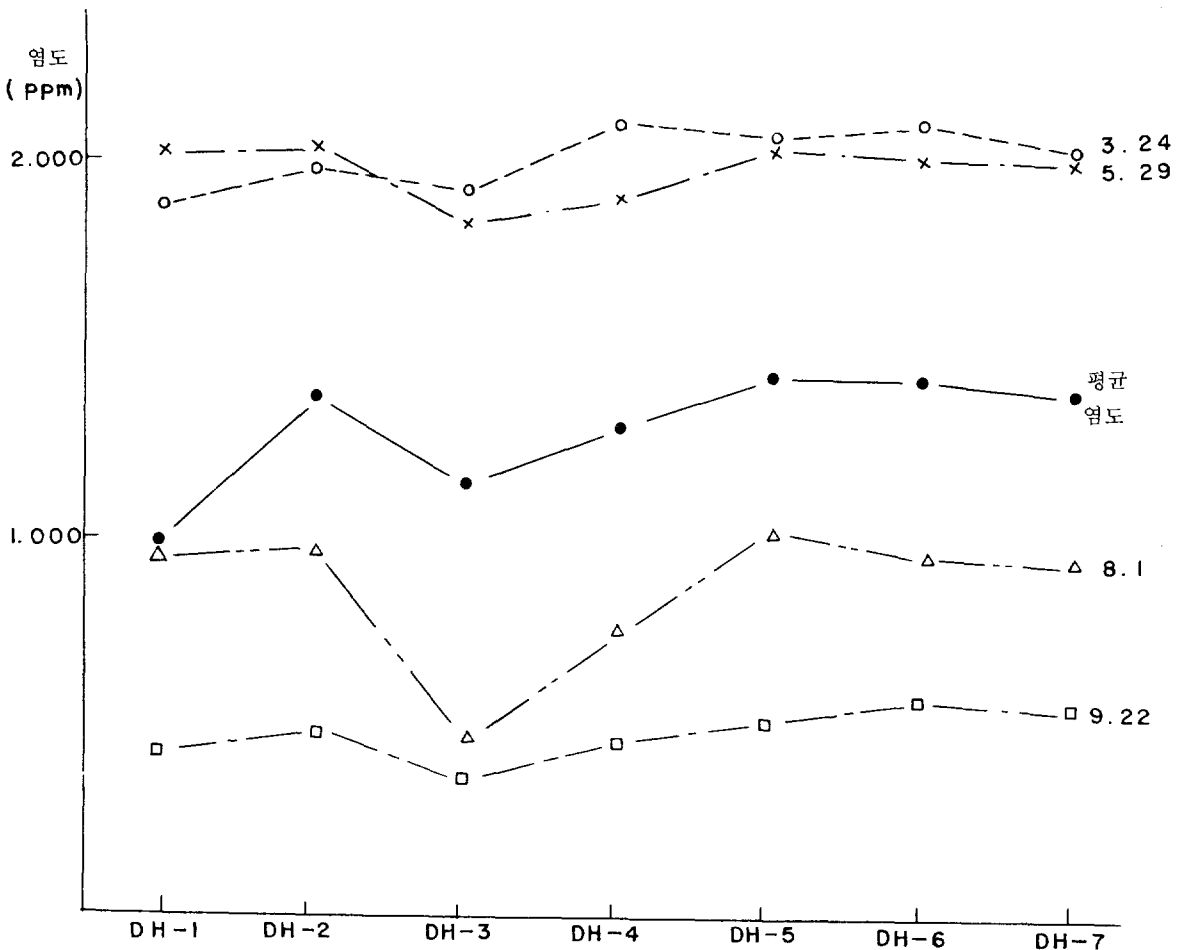


그림 4. '87年度 調査時期別 鹽度變化 (표층)

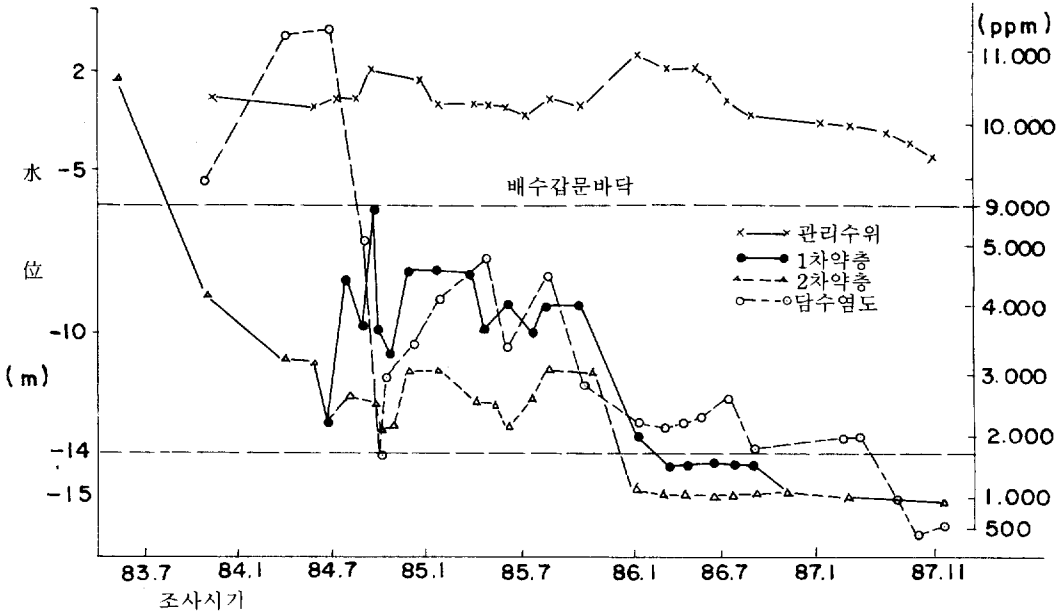


그림 5. 時期別 鹽分躍層깊이, 淡水鹽度 및 管理水位

는 800ppm, 9월 하순에는 485ppm까지 낮아졌다. 時期別 地點間의 鹽度變化는 고대양수장 부근에서 가장 낮게 나타났으며, 이것은 천의천 유입량이 많고 날개나루지점보다 저수광과 간석지가 적기때문인 것으로 사료된다.

그림 5는 계절 후 躍層水位, 管理水位 및 淡水層의 鹽度變化를 나타내었다. 躍層水位는 '84년 7월까지는 1차, 2차 區分없이 躍層이 形成되어水深은 암거탄구위치인 -13m까지 到達하였다. 그러나 1차 躍層水位는 강우량, turnover 등에 의해 變化幅이 크나, 2차 躍層은 안정적인 變化를 보였으며, '85년 10월 제염암거 가동 후에는 躍層이 탄구위치인 -14m부근으로 維持되었다.

또한 淡水層 鹽度も 급격히 낮아졌으나, 일시적으로 鹽度上昇 및 1차 躍層의 깊이가 깊어지는 경우는 turnover 하는 時期이며, 반대로 淡水層 鹽도가 낮아지고 躍層 깊이가 낮아지면, 강우에 의한 排水閘門 조작으로 除鹽이 進行된 것이다. 이와같은 鹽度變化는 流入水量이 적으면 표층수만 제염되고, 流入량이 많으면 심층수까지 제염되어 躍層水位의 變化幅이 커지는 傾向이었다.

要 約

大湖 防潮堤 築造 後 淡水湖의 水質을 調査하여 영농

도 및 일반수질변화가 관개용수원에 미치는 영향을 料明하고자 '84년 에서 '88년 5월 까지의 調査結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 大湖 淡水湖의 水温分布는 암거탄구 設置地點인 -14m 상부에는 季節變化에 따른 氣温의 影響으로 變化(6-25℃)가 많았으며, 암거탄구 이하에서는 11.9℃로 年中 變化가 없었다.

2. 防潮堤 앞 제일 깊은곳의 年度別 水質變化는 pH7.6 EC16,800-1,472 μ mhos/cm, DO 9.2-10.8ppm, BOD 1.3-2.5ppm, COD 2.4-5.3ppm, T-N 0.22-2.29pp, T-P는 0.01-0.10ppm을 나타내었다.

3. 大湖 淡水層의 平均 水質성적('88년)은 pH 7.6, EC 1,745 μ mhos/cm, DO 10.8ppm, BOD 1.8pp, COD 2.4pp, T-N 0.52ppm, T-P 0.05ppm 으로 全地點에서 비슷한 傾向이었다.

4. 淡水層(6m)에서의 鹽度變化는 締切前 29,000ppm에서 '84년 3월 11,000ppm '85년 3월 4,300ppm, '86년, '87년 3월에는 2,000ppm, '88년 3월에는 900ppm까지 낮아졌다. 湖內 平均 鹽度 29,000ppm 정도에서 '88년 3월 1,200ppm까지 낮아졌다. 또한 암거탄구 상부의 平均염도('87년)는 1,300ppm 정도였으며, 탄구아래는 海水와 같은 30,000ppm정도였다.

5. 淡水層에서 가장 높은 염도를 나타낸 地點은 防潮

堤 앞 부근이며, '84년에는 5,835ppm 이었다.

6. 調査時期別 鹽度變化는 갈수기인 '87年 5月 2,000 ppm 에서 홍수기 후 8月 800ppm, 풍수기인 9月에는 485 ppm까지 낮아졌다.

7. 鹽分躍層 깊이는 암거탄구 地點인 -14m까지 維持되어 淡水湖化가 進行되었다. 그러므로, 大湖 淡水層의 수질은 農業用水源으로는 큰 문제가 없으며, 삼교호로부터 除鹽用水의 供給도 불필요할 것으로 사료된다.

參 考 文 獻

1. 錦江 水質汚染度 調査(1982); 한 인전, 김 은식, 최 석남, 과학교육연구. 14
2. 洛東江水系の 水質保全을 위한 調査研究. 제 1보. 李 瑞來, 崔 彦浩 外 4. 環境保全協會誌. (1980). I(1). 939
3. 洛東江 中流水系の 水質調査研究(1982). 崔 彦浩, 李 瑞來. 韓國環境農學會誌. 1(1). 31
4. 農業用水 水質汚染調査 報告書 (1987). 農業振興公社
5. 淡水湖의 環境汚染 및 富營養化 防止對策樹立 (1987. 12). 農業振興公社
6. '86대청댐 유역내 수질 및 오염원 조사연구(1986). 산업기지개발공사
7. 牙山湖 水質調査報告書 (1983). 農業振興公社
8. 全國 主要河川基礎調査 (II): 環境研究所 (1983)
9. 漢江水系の 5개 人工湖에 대한 育수학적 研究(1978). 홍 사육, 나규환, 신 경식 과학기술연구. 제6집
10. 環境汚染公正試驗法 (水質分野). 環境廳
11. APHA, AWWA and WPCF (1985). Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 16ed.
12. 담수호화 연구 (1985). 農業振興公社
13. 수질오염개론 (1977). 김 정현. 고문사
14. 담양호에 있어서의 부유성 요각류의 생태학적 연구 (1983). 정 정의, 유 영빈. 전남대 논문집. 자연과학편. p141-145
15. 環境保全法(1987). 環境廳
16. 남양호 제염시설 시험사업(1983). 농업진흥공사