

湖水의 環境保全에 있어서의 生物化學的 研究

—玉井湖의 營養鹽과 Vitamin B₁₂의 含量—

金鍾冕·朴忠雄*·田銀順*·孔錫宗*
全北大學校 農科大學 獸醫學科·*全北大學校 自然科學大學 化學科
(1985년 10월 30일 수리)

Biochemical Study on the Environmental Preservation of Lake —Distribution of Chemical Compounds and Vitamin B₁₂ of Okjeong Lake—

Jong-Myeon KIM

Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture Chonbuk
National University

Chung-Ung PARK, Un-Soon JEON and Suck-Chong KONG

Department of Chemistry, College of Science, Chonbuk
National University

(Received October 30, 1985)

Concentration of dissolved vitamin B₁₂ in the water of Okjeong lake have been determined by microbiological assay methods on the 20th of August, 1983. Also the relations between the vitamin B₁₂ and other physical, chemical and biological environmental factors were investigated. Vitamin B₁₂ was assayed with *Euglena gracilis* Z strain.

The results obtained in this investigation were as follows:

1. Generally, the values of COD and Cl⁻ were higher than values reported in 1931.
2. The concentration of nutrient salts in the lake water was found to be at a higher level: above the general criterion in a eutrophic lake viz., phosphorous 0.175-0.225 mg/l.
3. Chlorophyll a contents in this lake were 1.1-8.7 µg/l.
4. The concentration of vitamin B₁₂ in the water fairly high: 1.25-6.0 ng.

It is apparent that concentrations of the vitamin B₁₂ as well as nutrient salts were high in the water of Okjeong lake. It was found that Okjeong lake was in eutrophic.

緒 論

元來 湖沼는 世月이 흐름에 따라 湖沼生態系가 점진적으로 변화하여 生産이 낮은 貧營養湖에서 生産이 높은 富營養湖로 변천해가는 것이 一般的인 現象이다. 富營養湖에는 生物에 필요한 營養分이 豊富하여 plankton의 번식이 왕성한데 반하여 營養鹽이 희박한 貧營養湖에서는 plankton의 번식이 적으며 따라서 물의 透明度에도 차이가 생긴다. 이와같이 湖

沼의 營養型은 營養鹽의 量에 따라 나누어지며 特히 N, P, Fe 등이 그 制限因子가 되고 있는 것으로 보아 이들 元素의 量 또는 pH와 透明度에 의해서 湖沼의 營養型을 구별하는 것이 시도되고 있다.

近年에 와서는 水中에 溶存하는 有機物은 물론 많은 海洋 및 淡水植物 plankton 生育에 B群 vitamin이 필요하며 이들中 vitamin B₁₂, biotin 그리고 thiamine이 일반적인 필수因子라는 사실이 Provasoli와 Carlucci (1953, 1953, 1974)의 연구에 의해 확

됨되었다.

따라서 B群 vitamin은 여러 植物 plankton의 生育, 遷移와 赤潮 發生등을 조작한다고 생각되고 있기 때문에 自然水의 富營養化에 대한 B群 vitamin의 生態學的 重要성은 더욱 흥미를 갖게 되었다.

本實驗은 植物 plankton의 生長에 특히 관계가 깊은 vitamin B₁₂의 分布와 기타 物理 化學的 및 生物學的 環境要因과의 관련성을 토대로 築造되어 貯水된지 50餘年이 넘은 玉井湖의 汚染정도를 조사하였다.

材料 및 方法

玉井湖의 概況: 玉井湖는 韓半島의 南西部에 位置(北緯 35°32'~35°38', 東經 127°02'~127°10')하고 그 水源은 全北 鎭安郡 八公山에서 시작하여 여러 支流들과 합류하여 左岸은 任實郡 江津面 龍水里에, 右岸은 井邑郡 山內面 崇聖里에 이르는 位置로 山間 狹地와 溪谷에 싸여져 있는 湖齡 56年인 人工湖沼이다(Fig. 1).

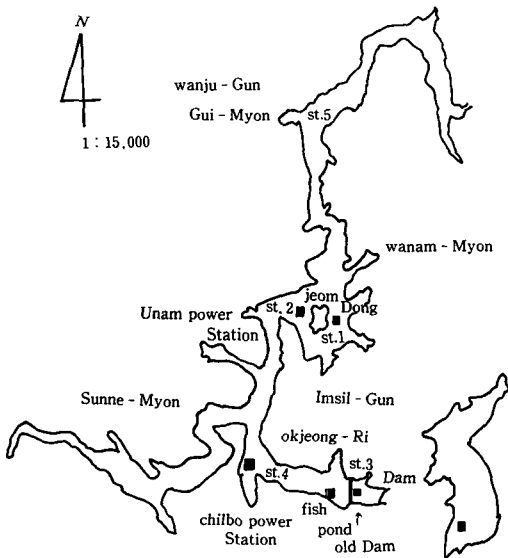


Fig. 1. The stations set up in Okjeong lake

實驗은 1983年 8월에 실시하였다.

試料採取는 van-dorn 採水器(6l 容量)로 表層水와 10~20 m 深層水를 採水하여 保管容器에 넣어 ice-box로 실험실로 옮겨 바로 실시하였다.

水溫은 採取 즉시 船上에서 測定하였고, 透明度는

直徑 25 cm 되는 透明度板으로 관찰하였으며, pH는 Fischer M-525 digital pH-ion meter로 測定하였다.

溶存酸素(DO)는 Winkler 法 중 Azide modification 方法에 의해서, 化學的 酸素要求量(COD)은 酸性 100°C에서 과망간산칼륨에 의한 滴定法에 의해서, 그리고 鹽素量은 窒酸銀에 의한 適定法을 이용하였으며, 窒酸性 窒素 定量은 indo-phenol 法을 이용하였고, 亞窒酸性 窒素 定量과 磷酸이온의 定量은 吸光光度法에 의해서, 그리고 無機元素 分析은 原子 吸光光度法을 이용하였다. 上記 諸方法은 環境汚染公定試驗法(環境廳, 1983)을 참고 하였다.

chlorophyll a의 定量은 湖水試料를 glass micro-fiber 濾紙(Wattman paper Ltd 製)로 濾過하여 이 濾紙를 乳鉢로 90% acetone을 加하면서 磨碎하여 chlorophyll a를 抽出하였다. 이를 遠沈하여 上澄液을 比色한후 SCOR-UNESCO 作業委員會의 計算式(有賀·市村, 1965)에 의하여 chlorophyll a를 算出하였다. 比色에는 UV-VIS spectrophotometer (Hitachi M.-100-30)를 사용하였다.

vitamin B₁₂의 定量은 湖水試料를 냉장운반하여 HA millipore filter (孔徑0.45- μ m)로 濾過하여 얻은 濾過液을 -20°C에 凍結保存하였다가 微生物 定量法에 의하여 分析했으며 사용菌株은 *Euglena grccillis* Z 株였다(林·上久, 1966).

結果 및 考察

玉井湖의 理化學的 水質分析의 結果는 Table 1과 같이 表層水의 pH는 7.8~8.7로 深層水의 pH 6.5~7.4에 비하여 비교적 높는데 이것은 植物性 plankton의 旺盛한 光合成때문이라고 여겨진다. 鹽素量은 53.6~65.4 mg/l로서 表層, 深層은 물론 모든 지점에서 높은 分布를 나타내고 있는데 이 量은 宋(1982)의 15.4~20 mg/l에 비하여 3倍以上 增加한 것이었다. 이는 湖水 주변의 住居의 증가와 家畜糞尿 및 養魚場등의 영향으로 생각된다.

無機元素은 Table 2에서와 같이 많은 量이 함유되어 있다. 이는 여러 종류의 淡水性 植物 plankton의 成長에 필요한 量을 조사한 여러 研究(Chu, 1942; Gerloff, et al, 1952)와 비교해 볼때 충분한 量이상임을 알 수 있었다.

水中 營養鹽의 含量은 Table 3에 나타낸바와 같이 磷酸鹽이 0.175~0.225 mg/l, chlorophyll a가 4.9~8.7 μ g/l, 그리고 vitamin B₁₂ 量이 1.75~6.0 ng/l로서 Nishijima 와 Hata (1977)가 調査한 Kojima 湖

湖水の 環境保全에 있어서의 生物化學的 研究

Table 1. The physico chemical water quality of Okjeong lake

Date and Weather	Station	Depth (m)	Temp. (°C)	pH	Trans- mission (m)	COD (mg/l)	O (mg/l)	DO Satu. (%)	Chlorine (mg/l)
August 18th, 1983	1	0	29.5	8.7	3.3	1.34	5.95	76.5	61.39
		15	8	7.4		2.97	5.82	49	56.14
Clear and cloudy	2	0	31	8.7	2.8	1.42	5.63	74.9	57.99
		20	7.7	6.4		3.21	4.51	37.5	53.14
	3	0	31	7.9	2.9	1.19	9.02	120	53.76
		20	6.7	6.4		2.36	9.65	78	53.67
	4	0	30	7.8	2.7	1.38	9.12	119.5	57.99
		20	6.7	7.1		3.31	5.42	44	54.29
	5	0	29	8.3	2.2	2.04	4.85	62	65.76
		10	11.5	6.5		3.14	3.32	29.7	65.4

Table 2. Concentrations of the inorganic elements in Okjeong lake

Station	Depth (m)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)	Cr ⁶⁺ (mg/l)	Zn (mg/l)
1	0	5.7	3.85	0.174	0.022	0.044
	15	6.2	3.8	0.174	0.037	0.029
3	0	5.51	3.75	0.15	0.041	0.043
	20	5.94	3.71	0.2	0.047	0.032
2	0	5.75	3.65	0.105	0.034	0.076
	20	5.71	3.51	0.035	0.044	0.043
4	0	5.71	3.6	0.095	0.031	0.034
	20	5.7	3.6	0.065	0.037	0.03
5	0	5.95	4.0	0	0.041	0.034
	10	6.4	3.95	0.15	0.047	0.032

Table 3. Concentrations of the vitamin B₁₂, the chlorophyll a and the nutrient salts in Okjeong lake

Station	Depth (m)	Temp. (°C)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Vitamin B ₁₂ (ng/l)	Chlorophyll a (µg/l)
1	0	29.5	0.057	0.09	0.175	3.15	6.2
	15	8	0.135	0.016	0.21	3.0	1.6
2	0	31	0.01	0.01	0.19	3.75	5.0
	20	7.7	0.15	0.021	0.225	1.25	1.2
3	0	31	0.04	0.007	0.21	6.0	4.9
	20	6.7	0.135	0.016	0.225	4.5	1.3
4	0	30	0.134	0.012	0.175	1.75	6.0
	20	6.7	0.147	0.019	0.225	3.9	1.1
5	0	29	0.14	0.017	0.225	4.9	8.7
	10	11.5	0.154	0.023	0.24	4.6	1.7

Table 4. Vitamin B₁₂ concentrations of the other and Okjeong lake

Lake	Date	Depth(m)	pH	Trans. (m)	Vitamin B ₁₂ (ng/l)	Remark
Ikeda	Sep.	0	7.4	12	0.3	Oligotrophic lake
		15	7.4		0.3	
Unagiike	Sep.	0	7.5	6.5	0.7	Semi-trophic lake
		15	6.6		3.3	
Biwa	Oct.	0	7.8	5.0	0.9	Semi-trophic lake
		7.6	7.8		0.7	
Teganuma	Oct.	0	—	—	1.2	Eutrophic lake
		1	—		8.9	
Kasumigaura	Oct.	0	8.4	1.59	6.2	Eutrophic lake
		2	8.4		11.9	
Okjeong	Aug.	0	8.7	2.9	6.0	?
		15	6.4		4.5	

(富營養화된 湖水)의 0.161~0.514 mg/l, 52.8~124 µg/l 그리고 2.1~36 ng/l에 비하면 적은 數値로 나타나 있지만 柏田와 柿本(1962a)가 분류한 日本富營養湖의 vitamin B₁₂ 含量인 0.9~11.9 ng/l와 비교해볼때 玉井湖는 1.25~6.0 ng/l으로서 이 湖水역시 富營養湖의 범주에 들어있음을 알 수 있었다. 또 柏田와 柿本(1962b)가 vitamin B₁₂의 含量에 의하여 분류한 日本内の 湖沼와 玉井湖를 Table 4에서 비교해 보면 貧營養湖는 0.3 ng/l, 中營養湖는 0.7~0.9 ng/l, 그리고 富營養湖는 1.2~11.9 ng/l인데 본 玉井湖는 1.25~6.0 ng/l로서 이 量은 富營養湖의 범주내에 있다고 볼 수 있다.

湖沼의 chlorophyll a 量이나 vitamin B₁₂ 量은 季節的 變化에 따라 그 量 또한 變化한다. Kurata 등(1976)의 연구에 의하면 B群 vitamin 이나 磷酸鹽등은 4월, 5월, 6월 그리고 7월에 낮으며, 8월이나 9월에도 역시 낮은 量을 나타내지만 chlorophyll a는 4월에서 9월까지 높은 含量을 나타내고 있다. 이는 봄과 여름에는 富營養화된 지역의 植物性 plankton에 의해 소모됨을 暗示한다.

本實驗은 8월末에 수행된 것이기때문에 年中 最高 值 보다는 적은 含量이지만 vitamin B₁₂의 量(1.25~6.0 ng/l)을 겨울철의 增加된 量으로 추정해볼때 위의 數量 自體만으로도 富營養狀態라는 것을 立證할 수 있었다. 이 결과로 볼때 玉井湖의 水質은 生態系에 큰 變化를 招來할 危険한 狀態에 있다고 생각된다.

各 調査地域別로 vitamin B₁₂ 量과 汚染度 그리고 그 汚染源에 대하여 考察해보면 人工養魚場을 끼고 있는 station 3과 住民이 많은 地域인 station 4 그리고 몇 個方面에서 흘러 들어오는 河川과 近接한 地域인 station 5에서 특히 높은 數値를 보이고 있다.

人工湖沼의 構築은 底層部位에서 放水할 수 있도록 設計되어야 한다고 주장되고 있다. 그러나 우리나라의 대부분의 湖沼가 적당한 높이의 水位에서 넘쳐 흐르도록 되어 있어서 酸素含量이 不足한 深層水가 방출될 수 없으며 또한 이 深層水와 酸素量이 많은 表層水와의 交換不能으로 深層水는 계속적인 溶存酸素減少 現象이 일어나게 된다. 藤田등(1969)에 의하면 酸素가 적은 深層部에 沈降한 未分解有機物은 극히 느린 嫌氣的 分解過程을 거치기 때문에 有機物蓄積이 계속됨은 물론 黃酸還元細菌의 活性增加에 의해서 生成된 黃化物의 酸化때문에 溶存酸素가 더 많이 소비되어 이것이 無酸素化되는 하나의 原因이라고 밝히고 있다. 따라서 毒性物質과 無酸素狀態

는 湖沼의 生態系에 타격을 주어 湖沼의 老化를 촉진한다고 하였다. 本調査의 대상인 玉井湖 역시 湖齡 50餘年밖에 안되었지만 station 4와 5의 深層 10~20 m에서 溶存酸素量이 적은것으로 보아 심각한 狀態로 간주하지 않을 수 없다.

要 約

우리나라 南西部에 位置하고 있는 人工湖인 玉井湖의 環境保全의 目的下에 植物 plankton의 生長과 關係가 깊은 vitamin B₁₂의 分布와 기타 物理, 化學 및 生物學的 要因과의 관련성을 토대로 玉井湖水의 環境汚染의 程度를 檢討한바 다음과 같은 結果를 얻을 수 있었다.

1. COD와 Cl⁻의 量은 1981년에 調査된 數値보다 높았다.

2. 湖水中の 營養鹽의 量은 富營養湖의 一般的 基準值를 上廻하며 특히 磷酸鹽의 含量은 0.175~0.225 mg/l 이었다.

3. chlorophyll a 含量은 1.1~8.7 µg/l 이었고,

4. 植物 plankton의 生長과 關聯性이 깊은 vitamin B₁₂의 含量은 1.25~6.0 ng/l 이었다. 위의 [같은 結果로 미루어 볼때 玉井湖水는 [station에 따라 差異는 있었으나 富營養湖로서 規定하는 狀態에 놓여있음을 알 수 있었다.

文 獻

- 有賀裕勝·市村俊英. 1965. 光合成色素의 測定 (SCO-RUNESCO 作業委員會報告翻譯), 日本プランクトン研究連絡會報 12, 79-84.
- Chu, S.P. 1942. The influence of the mineral composition of plankton algae. I. Method and culture media. J. Ecol. 30, 284-325.
- Gerloff, G., G.P. Fitzgerald and F. Skoog. 1952. The mineral nutrition of *Microcystis aeruginosa*. Amer. J. Bot. 39, 26-32.
- 林 光則·上久保正. 1966. *Euglena gracilis* Z 株による 海洋資源中 ビタミン B₁₂의 定量法. 醸工, 44, 640-645.
- 藤田雄二·飯塚昭二. 錢谷武平. 1969. 淺海域의 微生物學的研究—V. 夏季內灣底層의 貧無酸素, 域における 硫酸還元菌ならびに 硫酸細菌의 分布について. 長崎大學水産學部研究報告書 28, 153-10.
- 環境廳. 1983. 環境汚染公定試驗法, pp. 32-12, 211

-222.

- 柏田研一・楠本大壹. 1962a. 自然水中の ビタミン B₁₂ に関する研究—Ⅶ. 湖沼の榮養型とビタミン B₁₂ 量との關係. 日水誌, 28(3), 352—360.
- . 1962b. 自然水中のビタミン B₁₂ に関する研究—Ⅶ. 湖沼の榮養型とビタミン B₁₂ 量との關係. 日水誌, 28(3), 352—360.
- Kurata, A., C. Saraceni, D. Ruggiu, M. Nakanishi, U. Melchiorri-Sentolini and H. Kadota. 1976. Relationship between B group vitamins and primary production and phytoplankton population in lake Mergozzo (Northern Italy). Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, 257—284.
- Nishijima, T.T. and Y.H. Hata. 1977. Distribution of thiamine, biotin and vitamin B₁₂ in lake Kojima-I Distribution in the lake water Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 43(12), 1403—1410.
- Provasoli, L. 1958. Nutrition and ecology of protozoa and algae. Ann. Rev. Microbiol. 12, 279—308.
- Provasoli, L. 1963. Organic regulation of phytoplankton fertility. In The Sea. Vol. 2. ed. by Hill, M.N., P. 165—219. Interscience, N.Y.
- Provasoli, L. and A.F. Carlucci. 1974. Vitamine and growth regulators. In Algal Physiology and Biochemistry ed. by Stewart, W.D.P. p. 741—787, Alackwell Scientific Publications, London.
- 宋亨活. 1982. 玉井湖의 陸水生物學的 研究. 韓水誌. 15(1), 1—25.