

川原大池の水源池としての機能調査

長崎大学工学部 学員○有村修己 学員 舘 新吾

正員 古本勝弘 学員 重松栄児

1. はじめに

長崎市の隣町・三和町では慢性的な水不足解消と下水道設置に向けて新たな水源を求めている。川原大池がその候補の一つに挙げられるが、この池は、入江が砂嘴の成長で締め切られた海跡湖で、流域の末端にあるため汚濁の流入を避け難いこと、貯水容量が小さいこと、保水性に心配があるなど水源池として利用するにあたり問題点を十分調査しておくことが必要である。ここでは、川原大池の水質および水文関係の調査結果を報告する。

2. 川原大池の概要

川原大池(図-1)は汽水湖であったものが、1979年、渇水時の緊急水源とするためポンプ除塩され淡水湖化した。満水時の貯水量71万 m^3 、水面積0.127 km^2 、最大水深9mの比較的小さな湖で、流域面積1.74 km^2 をもつ。湖には池田川のみが注ぎ、常時は湖末端の水門(敷高TP 1.47m)から無効放流されている。

3. 水質調査について

水質については、流入河川と湖内2地点の表・底層で採水し、環境基準および一部水道水質基準に定められた項目につき検査している。また、湖内の成層状態が水質に大きく影響するため、水温を図-1のa点で鉛直分布を自記させている。

水温成層は3月下旬頃から表層の水温が上昇し始め、梅雨期までに緩やかな温度勾配が形成され、梅雨明けから急激に表層水温があがり、8月初旬には表層は30℃を越え、上・下層の温度差は10℃を越す。8月中旬の台風でその差は縮むが、完全に成層が解消されるのは10月初旬である。その後は深さ方向に一律な分布のまま水温は徐々に低下する。成層状態とDOの分布は密接に関係し、5～9月まで下層は無酸素に近い状態である。6、8月の両者の鉛直分布を図-2に示す。紙面の都合でCOD、大腸菌群、全窒素、全リンの年間の変化を図-3に示す。CODについては、冬季を除けば池内は環境基準のB類型(5 mg/l 以下)

に達していない。窒素(N)・リン(P)については底層水の濃度が高く、NはⅢ類型(0.4 mg/l 以下)、PはⅡ類型(0.01 mg/l 以下)の湖沼水質基準に全層で達していない。池田川の水質は大腸菌群と窒素で池内より高く、CODとリンでは低い濃度であるが、池内には流量は少ないものの水質の悪い暗渠からの流入があり、これら流入水質を改善しないかぎり池内水質の向上はあり得ない。また、池内が成層する時期には下層水が無酸素状態となり、水道水の基準を越えることはないものの、鉄やマンガン溶出が認められ、湖水を利用する場合には注意が必要である。プランクトンについて

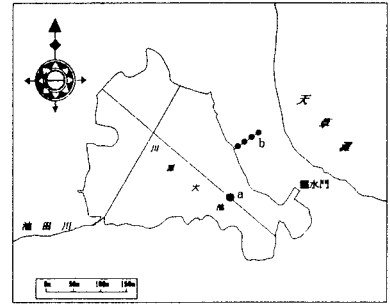


図-1 川原大池略図

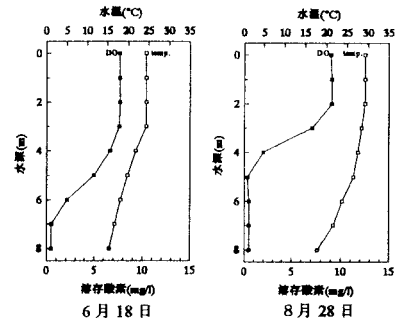


図-2 鉛直分布(DO, 水温)

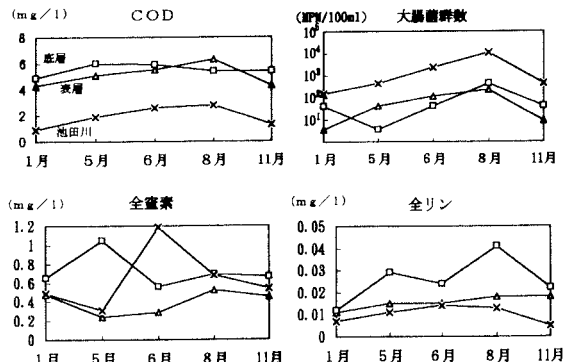


図-3 COD, 大腸菌群, 全窒素, 全リン

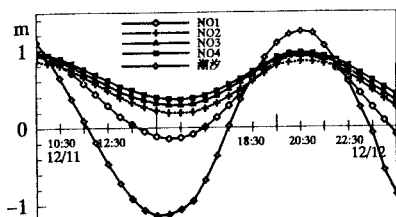


図-4 潮汐・地下水位変動

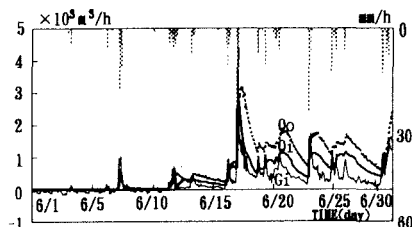


図-5 Q_i , Q_o , G_i の時系列

調べた過去の資料¹⁾によると、川原大池は低い段階の富栄養湖とされ、富栄養化の進行が懸念されている。これらから、上水道の水源として水質的に使えないほどではないものの、浄水に経費がかかることは否めないと思われる。

4. 水文調査について

川原大池の貯水池としての機能を調べるために、水文調査を行った。観測項目は、降雨量、池田川の流入水位、池水位で、30分間隔で自記録させた。H～Q曲線を作成し、池田川流量 (Q_i)・池からの流出流量 (Q_o) および水面貯留変化量 (R) を経時的に求めることができる。池水の連続式は

$$R = A(dH/dt) = Q_i - Q_o + (r-v)A - G_o + G_i \dots\dots (1)$$

ここに、 $A \cdot H$ ：池水表面積および水位、 $r \cdot v$ ：池水面の降雨および蒸発量、 G_o ：漏水（池底からの浸透流出）、 G_i ：池田川以外からの浸透その他による流入である。

まず、池底の漏水 (G_o) は、池と海を仕切る地盤中を地下水として海に流出すると考えられ、図-1に示す位置に4本のボーリング井戸が設けられ、その水位変化を測った（図-4）。池・海間の地盤の透水係数および透水量を求める。海岸近傍の自由地下水位は潮汐とともに変動し、その振幅は距離 x に対して指数関数で減衰する。その減衰係数は $m = \sqrt{\sigma \lambda / (2kh)}$ で表される。ここに、 σ ：潮汐振動数 ($2\pi/T$)、 λ ：有効空隙率 (0.2)、 k ：透水係数、 h ：帯水層の厚さ (35m) である。図-4の水位変動の振幅減衰から m が求められ、透水係数 $k = 0.153 \text{ cm/s}$ を得た。これは砂礫層に相当する透水係数である。また、井戸の平均水位は海に向かって低下しており、池底からの浸透水が海に流出していることが判る。内陸に向かう井戸の平均水位の上昇に対して定常流の式が適用できるものとする、塩水の地下侵入がある場合の単位幅淡水流出量 q は(2)式で与えられる。ここに、 $\epsilon = (\rho_s - \rho) / \rho$ 、 ζ_L ：海岸から距離 L における平均潮位からの井戸水位高。 $\epsilon = 0.03$ 、 $L = 90 \text{ m}$ 、

$$q = \frac{k}{2\epsilon L} \zeta_L^2 \dots\dots\dots (2) \quad \zeta_L = 0.6 \text{ m, 流出幅 } B = 200 \text{ m とすると、} Q = 1.82 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day の淡水が地下水として流出していることになる。なお、池岸から位置 5 m の井戸で潮汐振幅の 3 割近い振動があり、平均水位は満水池水位より 0.9 m ほど低い。このことから、低透水性の薄い池底の堆積物で漏水が抑えられていると考えられる。}$$

粗い見積りであるが G_o を上記のように評価すると、(1)式で未知量は G_i と v である。 v を評価する気象要素（風速・比湿等）は不明であるので、 $v = 2.0 \text{ mm/日}$ と仮定し、 G_o は一定として、6月の $Q_i \cdot Q_o \cdot G_i$ の時系列を求めて、図-5に示した。水利用に当たっては、池への流入量 ($Q_i + G_i$) が重要である。この池への流入量は、降雨の大きさ、経歴が大いに関係することではあるが、降雨停止後短時日のうちに逆減しその降雨の大半を流出してしまう。例えば、6月8日に 51 mm/日 の降雨があったが、ほぼ1日後には基底流量になっている。

5. おわりに

ここでは、池からの漏水量を1回の地下水観測のみで一定としか評価できなかったが、潮汐条件や池の水位で変化すると考えられるので、地下水調査を重ねるとともに、水文観測を継続して、池の水管理に有効な水文モデルを作成する予定である。本調査は、三和町および長崎県食品環境検査センターと共同で実施しているもので、関係各位に感謝申し上げる。

参考文献：1) 松山・廣田：“川原大池の水環境と植物プランクトン”『川原大池の自然』1985 pp. 5～15