

釜房湖流域の地下水の水質評価

東北工業大学 ○正 員 今 野 弘

学生員 佐々木 勝 美

綿 引 隆 幸

1. はじめに

仙台市民の水瓶である釜房湖の水質と流入三河川からの汚濁負荷については、既に明らかにされている¹⁾。しかし、同流域の地下水の水質は、殆ど知られていない。そこで本研究においては他の地域においても天水や地下水に関する調査例は少ないという点も考慮して、その水質と同貯水池への汚濁負荷について調査した。

2. 調査及び分析方法

天水は、東北工業大学6号館屋上及び村田町に設置した採水装置(図-1)により昭和61年5月から昭和62年1月まで採水した水の分析と同大学6号館屋上に設置した雨量計により雨量を測定した。また、太郎川、北川、前川とその流域内の地下水各6カ所と釜房湖の水を昭和61年7、9、10、11、12月に一回づつ採り分析した。図-2に対象地域と採水位置を示した。分析

項目は、気温、水温、pH、TS、電気伝導度、濁度、 Cl^- 、アルカリ度、T-N、T-P、 $KMnO_4$ 消費量の11項目で上水試験法により分析した。

3. 調査結果及び考察

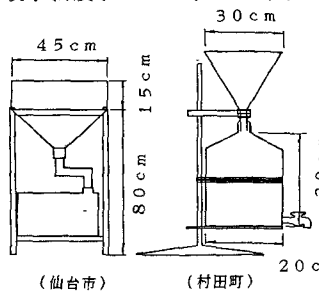
(1) 天水について：分析によって得られた結果を表-1に、また、比較のため昭和59年度の釜房湖と流入3河川の平均水質²⁾を表-2にまとめた。湖や河川と比較して当然天水の水質は一般に良好である。ただしpH値は、ほとん

んどがpH5.6以下の酸性雨が観測されている。また、 $KMnO_4$ 消費量、T-NやT-Pについては

ほとんどが釜房湖、河川とはほぼ同じで比較的高く、湖への負荷という点からは気になる量である。次に降雨量と天水の水質の関係を見るため図-3を示した。図からは一般にいわれているような“無降雨日数が長い程水質が悪い”⁴⁾という傾向は判然としなかった。また、釜房湖流域に近いという意味で選んだ村田町と仙台台とは水質上の差異が認められるものの一様性はない。

(2) 地下水について

水質(表は略)の特徴としてはpH、濁度、T-P、



(仙台市) (村田町)

図-1 天水採水装置

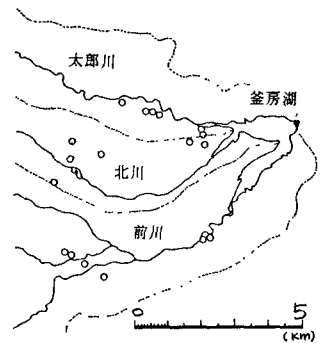


図-2 対象地と井戸の地点

表-1 天水の水質の平均値 (() 内は水質の幅)

pH	TS (mg/l)	電気伝導度 ($\mu S/cm$)	濁度 (mg/l)	Cl^- (mg/l)	アルカリ度 (mg/l)	$KMnO_4$ (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)
5.0 (4.2-5.8)	24.0 (1-69)	23 (6-49)	0.7 (0-2.2)	0.7 (0-2.3)	1.0 (0-4.0)	3.78 (1.28-8.68)	0.68 (0.14-1.67)	0.02 - (0.002-0.059)

表-2 釜房湖と流入三河川の平均水質 (昭和59年度)

	pH	TS (mg/l)	電気伝導度 ($\mu S/cm$)	濁度 (mg/l)	Cl^- (mg/l)	アルカリ度 (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	$KMnO_4$ (mg/l)
釜房湖	7.0	63.8	87.0	3.7	3.4	18.2	0.47	0.05	4.07
太郎川	6.9	65.0	78.0	1.0	2.9	17.4	0.32	0.04	3.40
北川	7.1	63.0	85.0	2.6	2.5	14.6	0.54	0.07	2.00
前川	7.0	80.0	101	1.3	3.7	18.9	0.67	0.09	3.34

$KMnO_4$ 消費量 (mg/l)

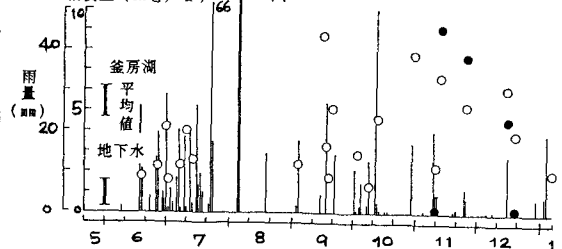


図-3 降水量と水質 ($KMnO_4$ 消費量)
(○: 仙台市 ●: 村田町)

KMnO₄消費量が低く、TS、電気伝導度、C l⁻、アルカリ度、T-Pが高いということである。図-4は12月調査時におけるT-Nの調査地点毎の濃度分布を示した。図から河川や湖に比較して地下水は相対的に濃度の高いことがわかる。また各流域の上・下流域を比較すると図の例からもわかるように、太郎川流域では、上流域で高い値を示す事が多く、北川及び前川流域においては逆に下流域で高い値を示すことが多い。例外的に北川流域のKMnO₄消費量だけは、上流域で高い値を示す。これらのことは井戸が浅いために井戸周辺の土地利用が一因と考えられる。尚、水深2m程度の井戸の上部と下部では、水質の差はほとんどないという結果も得られた。

4. 天水及び地下水の釜房湖への汚濁負荷

天水の汚濁負荷については、日本の平均年間降水量が、1600mm程度であるので、昭和55年度の観測値（年間降水量1691mm：釜房）を用い、T-N、T-P、KMnO₄消費量について、年間負荷量を算出した。算出にあたっては、今回の調査をもとに、降雨量と負荷量（＝降雨量×濃度）について回帰分析を行い、 $L_N=1.05 \times 10^{-3} R^{0.823}$ ($r=0.63$), $L_P=8.67 \times 10^{-6} R^{1.25}$ ($r=0.67$), $L_K=0.0247 R^{0.288}$ ($r=0.57$) (L_N, P, K はそれぞれT-N, T-P, KMnO₄消費量の負荷 (g/m²), R : 降雨量 (mm), r : 相関係数) をそれぞれ得て利用した。

地下水からの汚濁負荷については、地下水流量を推算し、それに今回調査した平均水質を乗じて評価することにした。地下水流量 Q は、 $Q=kIA$ (k : 透水係数, I : 動水勾配, A : 流入面積) で求められる。 k は、昭和47年における釜房湖流域内の揚水試験の結果から $k=8.4 \times 10^{-4}$ (cm/s) と得られた。また、 I については、聞き取りによる井戸水位と地図上の地盤高から地下水位の等高線の作成を試み（図略）、等高線延長法（平均勾配 $S=D \times \Sigma Q / A$; D : 等高線の高度差, ΣQ : 等高線の長さ, A : 流域面積）⁵⁾により太郎川流域1/13, 北川流域1/28, 前川流域1/25とそれぞれ得られた。次に流入面積については、平面上の長さとして、標高145.0mの貯水位を考え、流入厚さは、図-5に模式的に表したように平均水深（約10m）を考慮することにした。

その結果、地下水流量は約0.08m³/sと推算でき、三河川の平均総流入量の1%弱と評価できる。これをもとに、今回調査したうち10～12月の地下水水質の平均値を用い地下水からの汚濁負荷を評価した。これら天水と地下水の負荷量をまとめたのが表-3であり、地下水については河川からの負荷量と比較して図-6に示した。これらからわかるように特に、T-Nの地下水からの負荷は無視できるオーダーではないと言える。

参考文献

- 1) 石橋良信他；衛生工学研究論文集，第20巻，1984，pp. 83-96.
- 2) 今野弘他；東北工業大学紀要，第6号，昭和61年3月，pp. 199-211.
- 3) 仙台市水道局；水質年報，昭和59年度
- 4) 江成敬次郎他；第38回土木学会年講，1983，pp. 651-652.
- 5) 高瀬信忠；河川水文学，森北出版（株），p. 13.

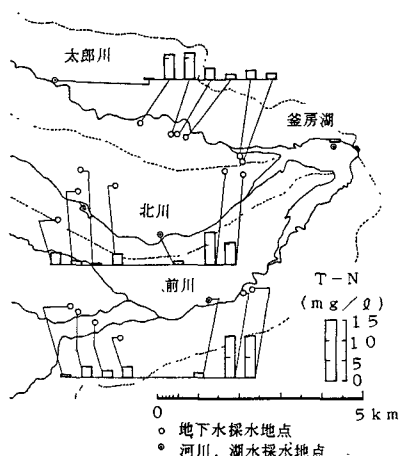


図-4 12月調査時のT-N分布

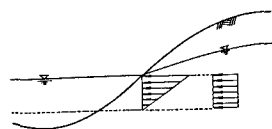


図-5 貯水池への地下水の流入模式図

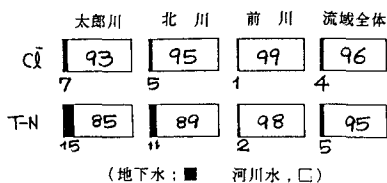


図-6 地下水と河川からの汚濁量の比率 (%)

表-3 河川水、天水、地下水の年間負荷量 (t/年)

	C l ⁻	T-N	T-P	KMnO ₄
河川水	738	259	8.0	1085
天水	-	2.4	0.13	26.6
地下水	29.6	14.5	0.06	3.7