

関西電力株式会社

野村 靖二

関西電力株式会社 正会員 ○福井 滋

I 環境変化とその予測

奥多々良木発電所は兵庫県の市川と円山川の分水界をはさんで、上部池（黒川貯水池）と下部池（多々良木貯水池）を配置し、夜間下部池から上部池へくみ上げた水を、昼間発電に用いることにより負荷に対するもので、当社では喜撰山発電所に次ぐ純揚水発電所である。小流域地点に設けられた上下部池を有し（山間揚水）、かつ121万KWという大出力を持つ点は従来の水力発電所には見られなかった。したがって、当地域における発電所建設後の環境変化の予測（あるいは建設の事前評価）は重要な作業ではあるが、この面のデータはなく予測手法も確立されていないのが現状である。

(1) 地域入熱量の増大について

揚水発電の総合効率70%、ロス分30%とし、これがすべて熱になるとすれば、平均発生熱量は $3.13 \times 10^9 \text{ kcal/day}$ 、上下部池の全水量の水温上昇率 0.09°C/day 、一方太陽光線として上下部池に入る平均エネルギーは $5.02 \times 10^9 \text{ kcal/day}$ となる。太陽にはほぼ匹敵する熱源が加わったことは注目すべきことであり、地域の環境に与える影響（蒸発量の増大、霧の多発、水温・気温の上昇等）は一応考慮に入れる必要がある。

(2) 貯水池の水質汚染について

i) 貯水の年間交換回数・平均水深 — 富栄養化の指標として

山間揚水の特徴は貯水の年間交換回数が少ないことである。表-1に示すように当地点では平均年交換回数が、従来のダムより小さい値であり、水の滞留時間の長いことを意味し、汚染物質の生産や濃縮がされ易く、水質保全上不利である。平均水深は湖中の一次生産者としての植物プランクトンの生産力に対する湖水の量を意味している。

当地点の栄養塩類の外的な供給源としては、水没した人家跡、鶏舎跡、土壌、植生、たん水中及たん水後の生活用水、集水区域内の森林より発生するもの等が考えられる。

表-1 平均水深・交換回数を指標とした貯水池の比較

場 所	兵庫県	兵庫県	東北	広島県	富山県	和歌山県	大阪府	奈良市	熊取町	岐阜県
貯水池名	多々良木	黒川	蓬来	樽床	室牧	七川	逢埴	須川	永楽	下小鳥
平均水深(m)	1 0.2	2 3.5	4. 4	1 1.4	2 4.1	1 7.8	1 2.3	6. 3	1 2.4	4 3.7
平均年交換回数	1. 1	1. 1	1583	3. 1	1 9.3	8. 8	4. 1	1 0.3	2 8.2	2. 8
水質状況	(昭和47年 12月たん 水開始)	(昭和48年 10月たん 水開始)	緑藻類の 大量発生 ・異臭	鉄バクテ リア・茶 かっ色	渇水時大 量のプラ ンクトン	アユの死 (原因不 明)	底泥・水 の腐臭	硫黄臭	底部の水 が黒ずむ	特に問題 なし
上流生活用水	建設宿舎	無し	町・工場		無し	無し	無し	集落	無し	

ii) 金属イオン・凝灰岩質の濁り

金属イオンについて上・下部池とも鉱床にかかっているため、底泥等に濃縮される場合を想定すれば長期的には注意する必要がある。

凝灰岩質の濁りについて、ポンプ水車運転後の水の流れ方によっては問題が出てくる可能性がある。

Ⅱ 水質測定の実際について

Iにおいてある程度の予測は述べたが、定量的な予測には程遠い。それにはまず環境測定資料の集積が重要となる。これらは類似ケースの環境予測の有力な手がかりとなろう。当地点の水質測定は①多々良木ダムたん水中 ②黒川ダムたん水中 ③発電所運転後 の3つの時期にわかれる。今回のものはこれらのうち①である。測定項目等は表-2に示す。測定項目について、実際測定上の難易、指標としての意味を考慮して大きく5項目に分類している。

採水地点は、貯水池への流入点、流出点、貯水池内では湖心部、湖心部の対照点を基準としている。さらに湖心部については鉛直軸上の数点について採水している。第1種～第3種および金属項目については、湖

表-2 測定項目の概要

分類	測定項目	測定頻度	採水位置
第1種項目	水温・pH(RpH)・濁度・DO・透明度	2回/月	流入, 流出, 湖心部(10点)
第2種項目	BOD・COD・全リン・全チッソ	1回/月	流入, 流出, 湖心部(3点)
第3種項目	蒸発残留物・SS	1回/月	湖心部(深度1.5m)
生物項目	Net-Plankton (定性・定量) Nanno-Plankton (定性・定量)	1回/3月	湖心部付近(水平・鉛直)
全属項目	全鉄・銅イオン	1回/3月	湖心部(深度1.5m)

心部、深度1.5mの点を必ず含むこととし、この点を池全体を代表する点として扱っている。代表点をどこにするかという問題は他の貯水池での測定値と比較される段階で重要となってこよう。

(1) 第1種項目(水温・pH・濁度・DO・透明度)

測定が容易で外乱に対する応答が速く、感覚的にも把握し易い最も重要な項目である。測定点、測定頻度も多くとるべきである。昭和48年4月～49年2月のデータを図-1、図-2に示す。

図-1 多々良木貯水池水質の変化(湖心部 深度1.5m)

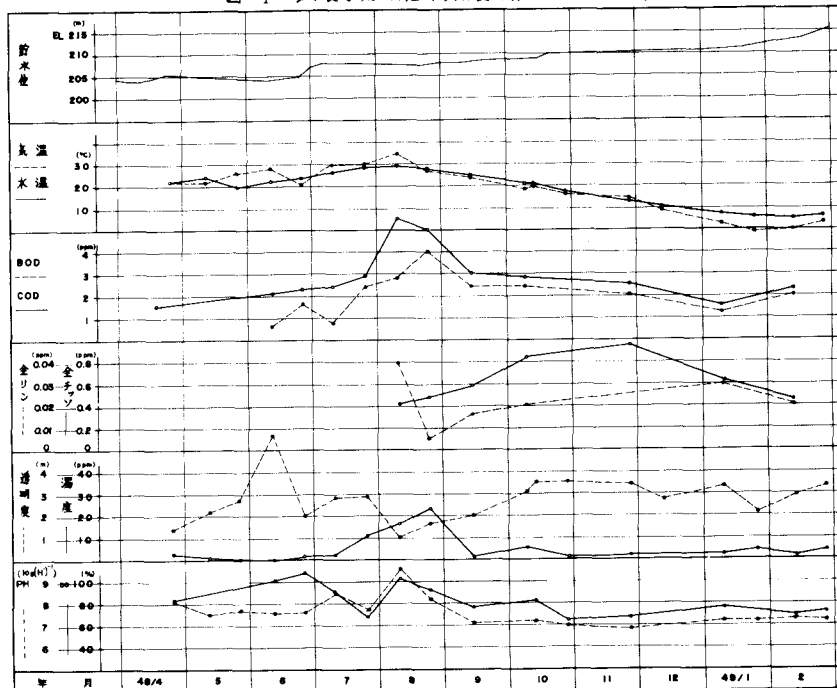
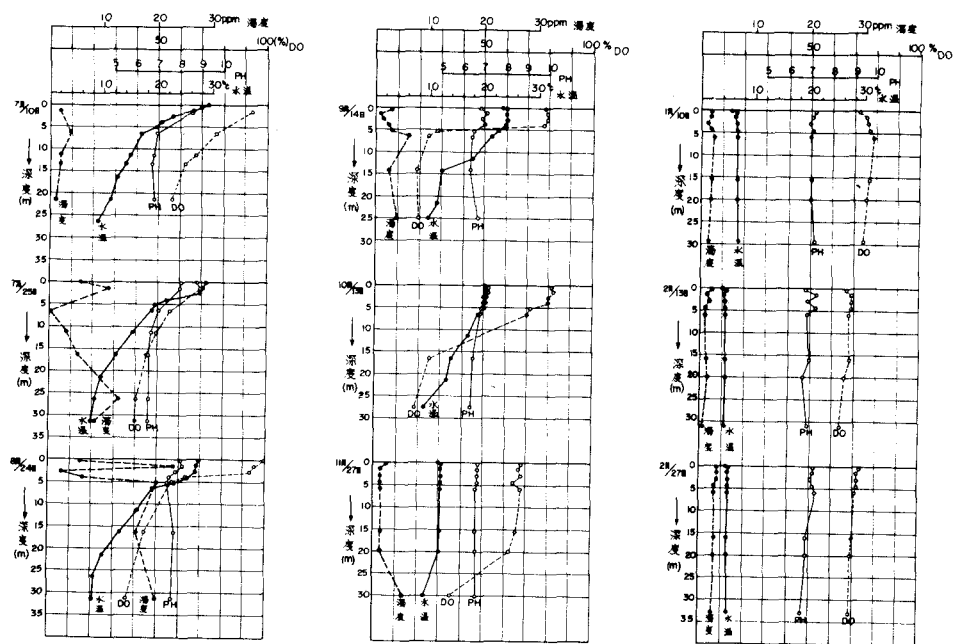


図-2 多々良木野水池水質の垂直分布 (湖心部)



夏期に成層し、プランクトンの活動が盛んになったことが各項目から解る。pHが高いのは、緑藻類（ ϕ 2～3 μ ，個体数3～5万/cc. *Chlamydomonas*, *Staurastrum*）の光合成により CO_2 が消費されたため、検水のエアレーションを行えばpH(RpH) 7.5付近に下がる。RpHの測定も加える必要がある。

(2) 第2種項目 (BOD・COD・全リン・全チッソ)

第1種に比して測定に比較的時間がかかり (BODは最低5日間)，技術を要する。湖水では水質条件の変化に対する応答もやや遅く，例えば日変化や天候変化には追従しない。逆にいえば蓄積的な汚染の指標となることが多い。測点数，測定回数とも第1種より少い。全リン・全チッソは湖水の栄養状態を表わす重要な指標である。

(3) 第3種項目 (蒸発残留物・SS)

第1種，第2種の各指標を全体的に把える指標として第3種項目を位置づけている。湖水では絶対値としても大きくないことを考慮し，第1種，第2種に比して測点数を少なくしている。

(4) 生物項目 (プランクトンの種類と数)

生物は長期の水質を代表する最も良い指標とされている。プランクトンネットに残るものと通過するものとで，Net-PlanktonとNanno-Planktonに大別される。水深により分布する種類が異なるのでネットは湖面に平行方向だけでなく，垂直方向にも引く。多々良木で観察されたものは大略，貧栄養～中栄養湖に分布するものであった。又，底泥中の生物，水中動物も今後重要な指標となつてこよう。

Ⅲ あとがき

夏期に相対的に悪化した指標も秋には回復している。しかし湖底には物質は蓄積されているはずであるし，発電所運転等の条件が加われば状況も変わるであろう。今後さらに観測を続けたい。又，大きな課題として観測データをもとに，現象予測の段階にフィードバックし，予測の手法を確立することが残る。広く御助言をお待ちする次第です。本報告にあたって関係各位の御指導を感謝いたします。