

集落排水処理水が環境に与える影響に関する研究

II 東郷町の例

吉田 勲*

平成2年5月31日受付

Studies on the Effect of the Treated Wastewater on the Water Environment

II An Example in Togou Town

Isao YOSHIDA*

Togou town authority begins to construct small-scaled sewage treatment plants to protect the Lake Togou into which five rivers flow from water contamination. The rivers are running through the rural areas not covered by large-scaled treatment plants operated by the Ministry of Construction.

According to the plan, five different plants are designed and two of them are already completed. In this paper, the purification efficiencies of the two plants and the water quality of Lake Togou are described. The following results are obtained.

- 1) Sewage plants in Miyauti and Hanami meet the specified criteria satisfactorily.
- 2) The water quality of Lake Togou belongs to B and C types of environmental criteria for lake. Much efforts will be needed to improve the water quality from the present to A type.

緒 言

最近地球を取り巻く環境問題がクローズアップされてきた。1989年は環境元年と言われたように国の内外で種々の国際会議が開催された。わが国でも同年9月11日か

ら13日にかけて日本政府主催の国際環境会議（地救環境保全に関する東京会議）が、オランダでは地球の温暖化の原因を探る環境大臣会議（炭酸ガスの排出規制の必要性を世界が初めて認識した）が開催され国民全体、いや、世界中に環境問題の意識が高まった。環境問題は酸性雨、

* 鳥取大学農学部農林総合科学科生存環境科学講座

* Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

沙漠化の進行、温暖化、放射能汚染、農業禍、土壌汚染、大気汚染と非常に多岐に渡っている。問題を水質に限ると閉鎖水域の湖沼では富栄養化現象が起きている。このため、琵琶湖および霞ヶ浦については独自の富栄養化防止条例が制定され浄化作戦が開始されている。わが国の湖沼、河川の水質汚濁が酷くなったのは1960年代に入ってからだと言われている。例えば、1961年から1981年までの埼玉県内の農業用水の水質変化は如実に、これを示している。埼玉県内の1961年の水質は1940年代の初期のそれと殆ど差がなかった。しかし、1961年以後は水質汚濁が見られるようになり工場排水や生活排水が流入する排水型河川を中心に1967年頃、水質汚濁がピークに達した。それ以後は少しずつ回復して、1971年には1963年並に回復した。しかし、1975年頃を境に工場排水を主とした汚濁から生活排水による汚濁に変わり、現在に至っても1960年以前の水質に回復していない。公共水域が汚染されるだけでなく農業生産に不可欠な農業用水が汚染され、農業生産が低下するに至った。これは特に人口増加の顕著な地帯に流れる中小河川や、これに隣接する湖沼に見られる。以上のような水質汚濁の推移は都市近郊あるいは人口急増地域では全国的に見られる現象である。このような観点にたち鳥取県中部にある東郷湖に注目した。東郷町は鳥取県のほぼ中央に位置し、東西8.5km、南北に8.2kmと正方形に近い形をしているが、東南部一帯は中国山脈の末系とつらなり、総面積の約3/4は山地である。しかし、山間部は良く開墾され、その傾斜畑には日本一の生産を誇る梨園が続いている。東郷町の北西には周囲約12km、面積420haの東郷湖（淡水湖）が横たわっている。その周辺には東郷湖羽合臨海公園の整備が進められている。1979年11月に藤津地区の公園がオープンしたのをかわきりに、野球場、ゲートボール場、アーチェリー競技場などの各種の陸上スポーツやフィッシング、ボート、カヌー等のレクリエーション施設として住民に使用されている。1973年から倉吉市を中心に天神川流域下水道工事が着工され、東郷町の一部の地区もこれに含まれている。東郷町当局は、これに含まれない他の地区は農村総合整備モデル事業、農業集落排水事業によって下水道を建設することにした。

本研究は東郷湖の水質の現状把握および農業集落排水施設の設置が東郷湖の水質に与える影響などについての基礎資料を得るために行ったものである。

本研究の目的と意義

東郷湖（第1図）は鳥取県中部の平坦地に位置し南北

に約3km、東西に短く約0.9km、周囲12km、水面積420ha、平均水深1.4m、最大水深4.6m、貯水量 5.81×10^6 tの淡水湖で、湖の周辺は水田、果樹園に囲まれている。湖底並びに、その周辺からは温泉が湧き、三朝東郷湖県立公園としても有名である。湖北部に羽合町および羽合温泉、南部に東郷町や東郷温泉が在り、年中湯治客が訪れ、また、夏には湖面でカヌーやボートを楽しむ人で賑わっている。近郊都市までの距離は県庁所在地である鳥取市まで30km、西部の商業都市米子まで50km、中部の田園都市倉吉まで10kmである。

東郷湖の東岸は岩石が水際に滞積し、特に、倭文神社のある丘の湾入口は岩石が切り立っている。南岸は平坦地で東郷川によって三角洲が作られ西側一帯は天神川によって作られた三角洲によって湖面は東側へと圧縮されている。東郷湖には東郷川（6,910m）、羽衣石川（5,780m）、川上川（4,950m）、埴見川（2,850m）、舎人川が流入し、湖水は北部の橋津川を通して日本海に注いでいる。この様に、東郷湖を囲むように農村集落が点在し、それらの集落から出る排水は、5本の主要河川を流れて東郷湖に流入することになる。現在倉吉市を中心に流域下水道が建設されており羽合町と東郷町の両温泉街から終末処理場までの地区はこれに加わっている。従って、東郷湖に流入する排水は、流域下水道からはずれた東郷町の農村部からの排水のみになる。

近年、河川の水質汚濁や閉鎖水域での富栄養化による水質悪化の問題が話題になっている。これは、特に、人口増加の顕著な地帯を流れる中小河川や、これを取り巻く湖沼に見られる。その原因は人口増加、農村の混住化および生活様式の高度化に伴う生活雑排水に起因することが多い。

幸いなことに、東郷湖は未だ富栄養化されるまでに至っていない。東郷町は純農村地帯であり、大工場もなく、しかも、人口の増加は横ばい状態にあるからである。しかし、農村の混住化および生活様式の高度化は進行中であり、現在、大丈夫であるから将来もそうであるという保証は決してない。そこで、東郷町は住民の生活環境改善および東郷湖の水質保全のため、流域下水道から外れた地区を農林水産省の補助事業である農村総合整備モデル事業、農村集落排水事業によって集落排水事業を行っている。

この研究では、現在、宮内地区、埴見地区に建設された二つの集落排水処理場の浄化能力、処理水が河川の水質に及ぼす影響、並びに、東郷湖の水質の現状を把握することを目的にしている。

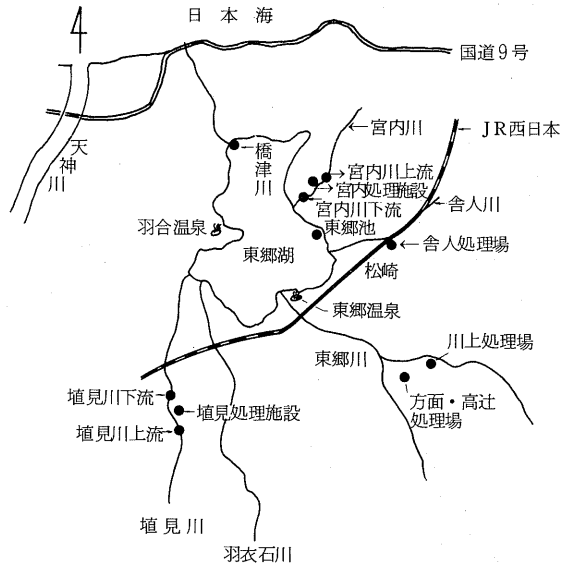
東郷町の地形と気象

東郷町は東南一帯に中国山地の末系が伸び、北西は東郷湖を望み、周辺には水田が広がっている。また、山間部の耕地は松崎より8kmの距離にあり、その分布は多種多様である。山地は中国山地の末系が全町に渡って伸びているが、鉢伏山の514.2mを最高に、仙津山、御緩山がある。町全体に占める山地の割合は多く、標高50m以上が総面積の75%を占める。河川は大きなものがなく、中国山地を源とする東郷、羽衣石川、川上川、埴見川、舎人川の2級河川5本が東郷湖に注いでいる事は前述した通りである。この地域の気象は裏日本型に属し、降水日数は梅雨期と冬期に多く、年間を通じて200日前後で平均降水量は2,252mmである。冬には雪となることが多く、降雪期間は11月下旬から3月上旬までの100日間程度である。近年、降水量は少なく、本格的な積雪は少なくなっている。

東郷湖

東郷湖は東経133°53′、北緯35°28′に位置し鳥取県中部の東郷町と羽合町に位置する周囲12km、面積420haの淡水湖である。湖水は長さ2km余りの橋津川によって日本海に注ぐ。橋津川の流速は、ほとんど無く、また、橋津川橋付近や、時には、湖周辺でも高い塩分濃度が観測されることもある。ある計算によれば湖水は約1ヶ月で完全に入れ代わる。従って、この湖は完全な閉鎖水域ではない。しかし、河川から運ばれた物質がこの湖に入れば流速を失い、窒素や燐を含む物質が湖底に沈殿し、ひいては、これらの物質によって湖が富栄養化する危険がある。従って、あくまでも汚水を綺麗にして河川に流す必要がある。

1971年9月に東郷湖全域が水質環境基準水域¹⁾(水域類型A)に指定され、5年後の1976年9月13日に、水質基準COD=3ppm以下、pH=6.5~8.5、SS=5以下、DO=7.5以上、大腸菌群数1,000以下の達成を目指した。1975年の測定によると、pHではAA-C、CODはC、SSはB-C、DOはAA、大腸菌群数はAA-Bと判定され、必ずしも環境基準の水質類型Aを満足していない。1988年度鳥取県公共水域水質測定結果によれば、pH=8.3~8.7、DO=9.7~10ppm、COD=4.5~4.7ppm、SS=11~15ppmで汚濁している。また、T-Nは0.79~0.91ppm、T-P=0.043~0.046ppmと富栄養化されている。環境基準をCODで見ると、B-Cで、環境基準類型Aにはほど遠い。T-N、T-Pについて相当する環境基準類型はそれぞれ、V、IVとなり、良い水質とは言えない。



第1図 東郷町周辺概要図

東郷町の下水道

東郷町の総人口は約7,200人で、その20%の1,484人が住む藤津、中興寺、門田、松崎、長江、長和田、野花、引地、小鹿谷、田畑、国信の集落は流域下水道と繋がりが、これらの地区住民は快適な生活を享受できる。そこで、東郷町は、これら流域下水道の恩恵を受けない地区は農村総合モデル事業および農業集落排水事業で下水道を完備することにした。流域下水道は建設省の管轄であるが、この集落排水事業は農水省の所轄である。この事業は1973年度に農村総合整備モデル事業の一工種として創設され、また、1976年度からは農村基盤整備事業の一工種としても実施されてきた。さらに、1983年度には本事業を単独で実施する集落排水事業が創設され、今日に至っている。その実施目的は²⁾『農業用排水の水質保全、農業用排水施設の機能維持または農村生活環境の改善を計り、併せて、公共用水域の水質保全に寄与するため、農業集落におけるし尿、生活雑排水などの汚水、汚泥または雨水を処理する施設を整備し、もって、生産性の高い農業の実現と活力ある農村社会形成に資する』ことにある。

東郷町では宮内、埴見、川上、方面・高辻、舎人の5地区でそれぞれ異なる処理法で集落排水をすることにし宮内処理場は1983年11月着工、1984年3月に完了、埴見処理場は1984年1月着工、1989年10月に完了、川上処理場は1987年11月着工、1986年3月に完了した。この様に

5地区のうち3地区の処理場が既に完成し、現在、方面・高辻地区の処理場を建設中であり、近く舎人地区の処理場の建設に着手する予定である。これら5地区の処理施設の処理法とその規模をまとめて第1表に示す。

調査期間は1987～1989の3年間であったので、調査対象の処理場は宮内と埴見の2処理場である。

第1表 東郷町集落排水処理施設の概要

地区名	宮内	埴見	川上	方面・高辻	舎人
計画人口	180(34戸)	220(44戸)	250(48戸)	230(46戸)	1,000(210戸)
処理方式	土壌被覆 接触曝気法	回転板 接触法	回分法	JARUS-II	未定
計画水量 (t/d)	59.4	72.6	82.5	75.9	300
完成年月	1984.3	1986.11	1990.3		
事業名	モデル	モデル	モデル	モデル	集排

処理水質の目標値はBOD=20ppm, SS=30ppm, T-N=20ppmである。

東郷町で採用された処理法

東郷町で採用された4つの処理法を以下、簡単に説明する。

1 土壌被覆型接触曝気法（宮内処理場）

固定生物膜法の一処理法で、曝気槽の中にプラスチックろ材を浸漬し、ろ材表面に着いた微生物膜で汚水中の有機物を好気性処理する方法である。原水は最初沈殿槽に入り、脱窒槽を通り、第一接触曝気槽、曝気槽、第二接触曝気槽、最終沈殿槽を通過して、滅菌後、宮内川に放流される。宮内集落の上流に集落はない。

2 回転板接触法（埴見処理場）

回転板法は²⁾微生物群を利用する方法の一つで、1926年ドイツのBachにより始められ、多くの開発研究の後、1960年にHartmannにより今日の処理体系にまとめあげられた。さらに、Popelらの研究により都市下水処理効果や機構が解明された。その浄化の原理は円板の約40%を汚水中に潜水させ、ゆっくりと中心回転軸の回りに回転させ、円板表面を空中、水中と繰り返す事により、酸素の吸収、下水中の有機物の吸着を行わせ、円板表面に生育する微生物により基質を代謝分解をさせるものである。この方法には取扱いが簡単、維持管理費が安い、消費電力が少ない、機械による運転音が低いなどの長所がある。

当処理場に流入した汚水は一般に、砂だまり→荒目スクリーン→沈殿分離槽→流量調整槽→計量槽→微細スクリーン→回転板槽→沈殿槽→消毒槽→砂ろ過池を通過す

る間に処理される。処理水は砂ろ過槽を通さずに消毒槽から直接、マンホールを通して放流される事もある。処理水は処理場の近くを流れる埴見川に放流され、この川を約2km流下して東郷湖に流入している。

回転板接触槽は2系列からなり、それらは並列に設置されている。各系列とも幅2.8m×長さ3.5m×深さ1.25mで、これが4室に分割されており、その各室に直径2.4mの合成樹脂製の円板が30枚、約2cm間隔で設置され、その円板表面は波状で、直径の約40%程度が汚水中に浸漬し、1.5rpmの速度で回転している。

3 回分法（川上処理場）

この方法は浮遊生物法の一つで、曝気、沈殿、分離を同一の槽内で行うことに特徴がある。散気管などの送気施設が不要で、構造は極めて簡単である。脱窒が理論的には可能であるので、今後、この方式の採用は増加すると思われる。

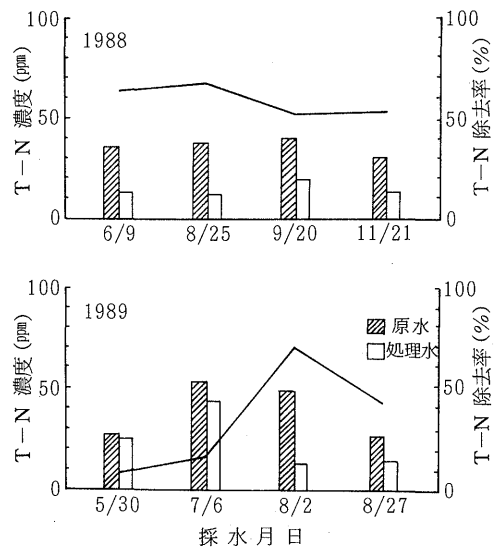
4 JARUS II（方面・高辻処理場）

これは嫌気性ろ床と接触曝気槽を組み合わせた方式で、脱窒を考慮した方式である。流入した原水は原水ポンプ槽→分水槽→沈殿分離槽→接触曝気槽→沈殿槽→消毒槽→放流の順に処理される。

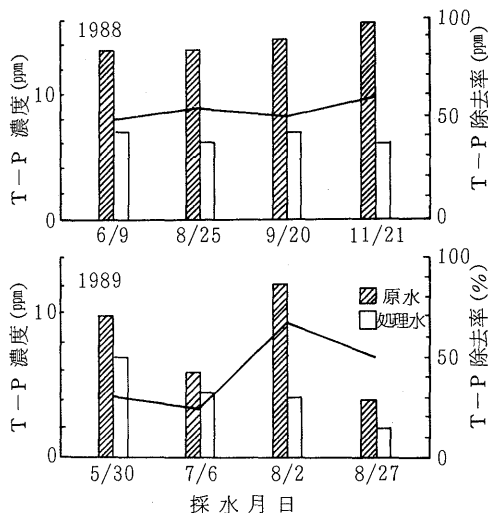
実験結果と考察

1 宮内処理場の浄化能力

ここでは主として当処理場の脱窒・脱磷能力について検討する。1988年、1989年の全窒素（T-N）の年変動及



第2図 全窒素（T-N）の変化



第3図 全磷 (T-P) の変化

び除去率 (第2図) を見ると、主な特徴は1989年のT-Nの除去率が1988年のT-Nの除去率よりも、かなり低い事である。1989年のT-Nの除去率は8月2日の除去率のみが1988年と同じような値となっており、その他の値はいずれも低い値となっている。特に、5月30日、7月6日は除去率が20%以下と非常に小さい。全磷 (T-P) の方 (第3図) は1988年に比べ1989年の方が、汚水原水のT-P濃度が低くなっている傾向にある。放流水のT-P濃度は特に低くなっている傾向は見られないようである。除去率はT-Nの除去状況と似た傾向にあるようである。1989年の除去状況は1988年のそれよりも低くなっている。これは宮内処理施設は脱窒・脱磷能力をもっていないことに起因する。

2 埴見処理場の浄化能力

埴見地区の全戸数は44戸 (対象人口は220人) で、当処理場に入る計画平均水量は59.4m³/日である。放流水質はBOD=20ppm, T-N=20ppm, SS=30ppm<, pH=5.8~8.6および大腸菌群数=3,000個/cc以下を目標値としている。現在 (1989年4月), 30戸 (146人) が供用している。当処理施設の浄化能力を知るために第4図に示すA~Fの地点で水を採水し、pH, SS, 亜硝酸態窒素, 硝酸態窒素, 総窒素, 溶存酸素, 化学的酸素要求量, 生物学化学的酸素要求量, 総リンなどについて水質分析を行った。

1) 汚水量

最初に、当処理場の供用率を見ることにする。1986年9月1日に供用を開始した時の供用戸数は13戸、次年の1987年4月1日に19戸、1989年2月3日に30戸 (146人)

に達し、供用開始約2年半後の供用率は約66%であった。次に流入汚水量を見ると、1988年度の8月25日 (8.19~8.25の約1週間の平均) の平均流入量は38.6 t/日 (275 l/日・人), 9月20日 (9.14~9.20) のそれは34.5 t/日 (245 l/日・人), 10月25日のそれは30.6 t/日 (275 l/日・人), 1989年2月2日 (1.28~2.2) のそれは26.1 t/日 (179 l/日・人) であった。これらのことから、流入汚水量は夏に多く、冬に少ないこと、これらの流入平均汚水量は32.5 t/日であることが分かる。これは計画水量の約55%に相当する。運転性能の発揮、維持管理費の負担の点からもできるだけ早く全家庭の汚水が処理場に連結されることが必要であると考えられる。ちなみに、1日一人当たりの使用水量を計算すると223 l (=32.5 t/146, 計画水量=330 l/日・人) であった。

2) 処理水質

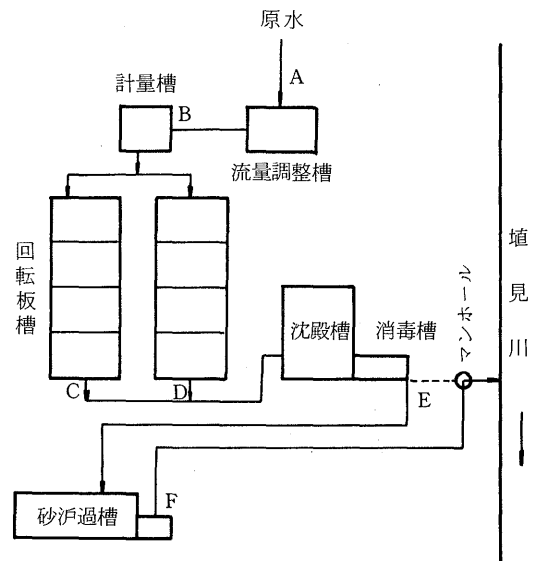
ここでは主として1987と1988年度にわたり測定した11回の測定値を基に検討をする。A点では流入固形物を圧縮空気で粉碎しているの、この点の測定値はB点のそれよりも小さい値を示す場合が多いので、B点の値を原水と考えて考察をすることにする。

(1) pH

放流水のpH5.8~8.6の間にあつて、これを十分に満足していた。

(2) BODとCOD

1987と1988年における11回の測定値を平均するとB点



第4図 埴見集落排水処理施設の概要 (回転板法)

の値は92.27ppm, E点とF点におけるそれは15.84ppm, 9.96ppmで, 計画水質の20ppmを満足している。2点におけるBOD除去率はそれぞれ, 82.9%, 89.5% (第5図)であった。

CODについても同様の計算をすると, E点とF点のCODは19.47ppm, 6.82ppmで, 除去率は66.4%, 88.2% (第5図)であった。

平均汚水量は32.5 t/日であるから一日に流入するBODを計算すると $32.5 \times 0.0922 / 146 = 21.3$ (gr/日・人)となり, 原単位の50ppmよりもかなり少ない。CODについても同様の計算をすると, 13.4 (gr/日・人)となり, これは原単位の27 (gr/日・人)よりもかなり少ない。

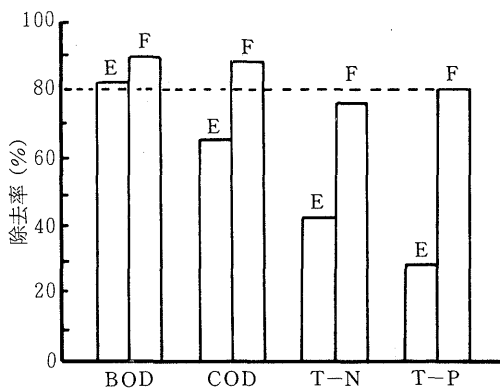
(3) 全窒素

B点での全窒素の平均値 (11回の測定) は35.15ppmで, E点とF点のそれは20ppm, 8.01ppmであった。従ってE点とF点の窒素の除去率 (第5図) は僅か43.1%, 77.2%であった。また, 1日に流入する全窒素量をBODの場合と同じ様に計算すると, 8.1 (gr/日・人)となる。これは原単位12grの68%に相当する。

(4) 全 磷

磷についても同様に計算すると, B点では3.20ppm, E点では2.28ppm, F点では0.64ppmであった。その除去率 (第5図) はE点では僅か約29%と低い値であるが, F点では80%と高い値であった。

以上, 当処理場の浄化能力について考察を行ってきたが, E点 (滅菌後) とF点 (砂浜過池通過後) とでは水質にかなりの差がみられた。即ち, E点においては, 有機物の除去については優れているが, 脱窒, 脱磷については不十分であること, しかるにF点では有機物, 窒素及び磷の除去も十分になされていることが分かった。換



第5図 埴見処理場の浄化能力 (除去率)

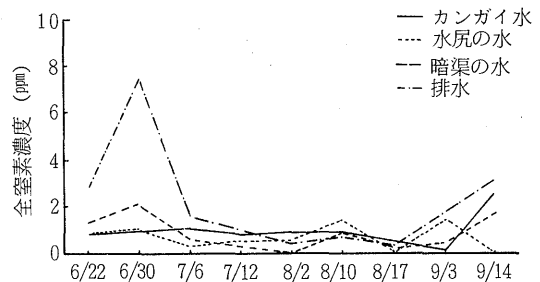
言するとE点の水質は設計放流水質を満足してはいるものの, F点のそれはさらに良質の水となっている。従って, 当処理場の水質を最も良くするためには, この砂浜過池の機能が常に発揮されているかどうかにかかっているといても過言ではない。

供用開始3年後における当地区の供用率は66%である。維持管理費の負担の観点からすると, 全家庭の汚水が早く処理場に繋がるのが望ましい。

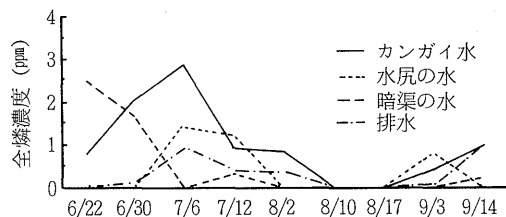
また, 当施設には脱窒機能が供えられているので, 脱窒運転を行ってその性能をも検証したい。

3 水田排水の水質

水田から排出される水質の実態を把握するために用水路, 水田の水尻, 暗渠, 排水路, アオコの発生している池及び梨畑の下を流れる水を採水した。その水質分析結果を簡単に考察する。水田に出入りする水の水質のうち, 窒素の関係を第6図に示す。灌漑水の全窒素は7月6日と9月14日を除けば, 1ppm以下である。しかるに, 排水の全窒素は6月22日から7月12日, 9月3日から9月14日の間で, 農業用水質基準の1ppmを越えている。中でも, 6月30日は7.38ppmと非常に高くなっている。これは施肥と関係があると思われる。暗渠と灌漑水とを比較すると, 6月22日と6月30日の2回のみ, 暗渠の排水の方が高くなっている, これは施肥後に肥料分が暗渠から出たためと思われる。その他の期間では暗渠の全窒素は灌漑水よりも低くなっている。これは水田表面に与えられた肥料が, 水田土中を降下する間に水稻に利用され



第6図 かんがい水路や排水路の全窒素



第7図 かんがい水路や排水路の全磷

たり、あるいは土壌に吸着されたり、脱窒したためとと思われる。次に全磷（第7図）についてみると、灌漑水の水質はその他の水質よりも高い傾向を示す。即ち、水田に入った灌漑水の磷は水田から出る間に水田土中に吸着されるか、あるいは作物に利用されることによって減少している。これは磷を吸着する能力のあるクロボクが水田に含まれているからだと推定される。

次に梨畑と山林の下を流れる川の水質を測定した。この小川は乾天が続くと流量は非常に少ない。雨天時には山や畑からの流去水の集まる小さい川である。当初、この水は一番良好であろうと推定していたが、予想に反して、窒素は水田の農業用水水質基準よりも高い値を示した。これは梨畑の肥料分が流出していることを示している。

磷については問題とならなかった。これは畑がクロボクであることに起因すると思われる。

次に、アオコの発生している池の水質を見ると、窒素の値はそれ程大きくはないが、磷の値が2～3ppmと高い値を示している。これは富栄養化を規制する因子は窒素よりも磷であることを裏書きしている。

4 鉄製回転円板による脱磷

当集落排水処理場を建設した当初は汚水の脱磷については、それ程留意がなされていなかったが、その頃から、霞が浦、印幡沼、手賀沼、琵琶湖の富栄養化現象が社会問題と化し、それぞれの地方で、水質汚濁を防止するための条例があいまいで制定されるにいたった。東郷湖についても富栄養化防止のために脱窒だけでなく、脱磷をも行うことが必要である。そこで、最近、開発された鉄製円盤による脱磷装置を埴見処理場に設置し、その脱磷性能を検証した。回転板接触槽には2系列あり、この2系列のうちの一系の第1室と第4室とにプラスチック製円板と同じ寸法の鉄製円板を同じ枚数だけ1987年4月に設置し、1988年9月23日まで鉄製円板の脱磷効果を追跡調査した。実験にあたり第4図に示すA、B、C、D、E点で採水した。即ち、C点とD点での含有磷から鉄製円板の脱磷効果に分る。その結果を第2表に示す。

1) 腐植状況の観察

まず、最初に鉄製円板の腐蝕および生物膜の付着状態について述べる。本研究においては、鉄製円板をC系列の第1室と第4室に設置したが、第1室の円板は第4室のそれに比べ、腐蝕が酷く、かつ、生物膜も厚くついていた。今後、第4室の鉄製円板を第2室に設置したりして、脱磷効果を追跡調査することも必要であると思われる。

第2表 全磷の測定結果 (単位: ppm)

年月日	A	B	C	D	E
1987 8 28		3.35	3.48	6.42	1.59
9 25	6.01	3.68	1.33	3.04	1.71
10 27	3.28	3.33	2.27	3.97	0.98
11 26		1.79	1.61	2.39	1.38
12 10		5.34	4.42	6.11	1.15
1988 1 13		3.63	1.66	3.84	2.74
2 9	2.84	3.53	1.20	2.79	1.41
3 9		4.12	1.74	3.50	1.51
4 12	4.50	4.02	2.43	3.56	2.92
6 9	4.78	4.12	1.31	2.12	1.05
8 5	4.20	4.07	1.31	2.48	1.10
9 20	8.02	8.26	3.33	8.36	3.15
平 均	4.80	4.12	2.17	4.09	1.72

2) 脱磷効果

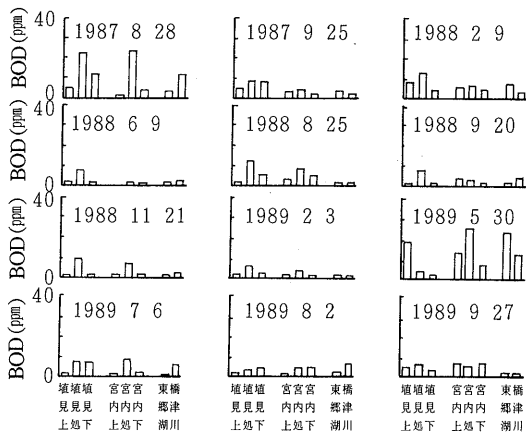
測定回数は12回である。各測定位置における平均値を第2表の最下段に示す。この値から当処理場には約4.8ppmのT-Pが流入し、C点では脱磷されて、2.17ppmに、D点では、殆ど脱磷されずに4.09ppmを示し、これらの液体が混合して沈殿槽に入って、その後、1.72ppmの放流水となって川に出ていることが分る。

C点とD点のT-Pの値を比較すると、C点のT-PはD点のその約53%であり、これから、鉄製円板による脱磷効果をはっきりと確認できる。

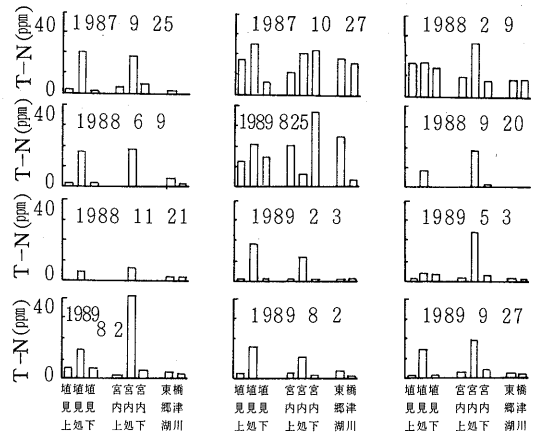
これを除去率でみると、C点では55%であるのに対し、D点では15%と低い値となっている。最終的にはE点では64%であった。この64%の除去率をさらに高める為には、(1)適正な鉄製円板面積、(2)適正な鉄製円板設置位置、等の点を解明する必要がある。

以上はC、D点で採水したサンプルを十分に攪はんし、その液体について測定した値についての考察である。これらの液体中の浮遊物を沈殿させ、その上澄水についてT-Pを6回測定した。その平均値は、それぞれ0.60、2.05ppmの値を得た。この両者の平均値は1.34ppmで、放流水のT-Pは、この平均値よりも高い1.72ppmである。このことから、沈殿槽での沈殿がもっと十分に行われるならば、放流水のT-Pはさらに低下し、脱磷効果は上昇すると考えられる。

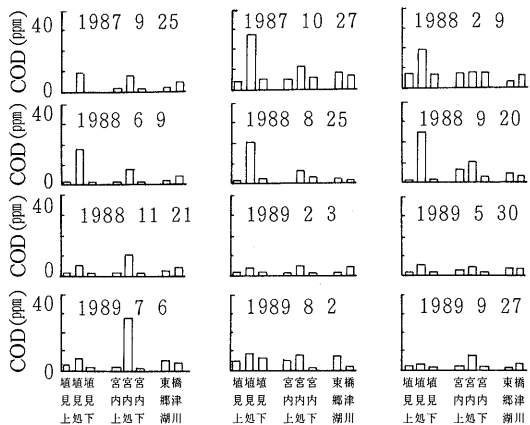
1987年9月25日埴見川の水量を測定したところ $Q = 0.085\text{m}^3/\text{S}$ であった。当処理場の放流水量は $Q = 5.8 \times 10\text{m}^3/\text{S}$ であるから、その稀釈率は約150倍である。放流水が埴見川の水質に及ぼす影響を知るために、放流口の上流と下流50mの所で河川のT-Pを6回測定したところ、T-Pは上流、下流ともに0.01ppmと小さな値であり、集落



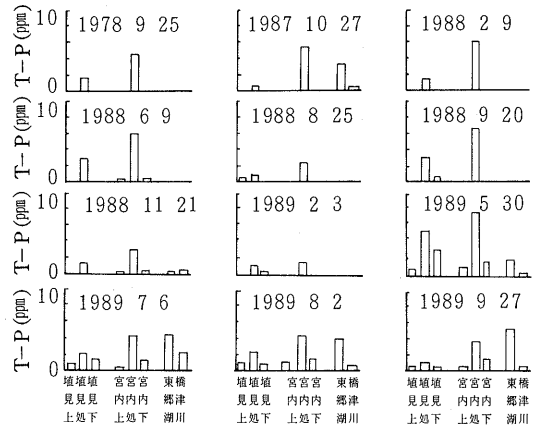
第8図 東郷湖周辺のBOD



第10図 東郷湖周辺の全窒素



第9図 東郷湖周辺のCOD



第11図 東郷湖周辺の全燐

排水処理施設からの放流水が河川になんら悪い影響を与えていないことが分った。調査期間は、わずか1年であったが、鉄製円板による脱燐効果について調査した結果、この方法は維持管理に全く人手を必要としない上に、脱燐の点でも優れていることが分かった。

6 東郷湖の水質

1) 放流水が河川に及ぼす影響

宮内処理場の処理水、処理水の放流先である宮内川で、処理場の上流と下流、埴見処理場の放流水、処理水の放流先である埴見川で、処理場の上流と下流、東郷湖内及び橋津橋の合計8点において季節的に水を採水し、BOD, COD, pH, CL, T-N, T-Pなどについて水質分析を行った。以下にその結果を検討する。

(1) BODについて

第8図に宮内、埴見処理場と東郷湖などで測定したBODを示す。図から、処理水のBODは10ppm近くにあり、目標値の20ppmを達成している。各処理場の河川の上流と下流の値を比較すると、下流の方が高くなる傾向が見られる。数字で示すと最大で宮内川で2ppm、埴見川で3ppm程度高くなっている。また、全体的にみて宮内処理場の方が埴見処理場よりも処理水質は良い。

(2) CODについて (第9図)

埴見処理場の処理水質は20ppm前後であるのに対し、宮内のそれは10ppmと低い。宮内は年間を通じこの値の付近にあり、安定した処理水となっている。

(3) T-Nについて (第10図)

宮内、埴見両処理場の処理水は共に約20ppmで、その目標値を満足している。

(4) T-Pについて (第11図)

処理水のT-P濃度は埴見処理水が1～2ppm前後であるのに対し、宮内のそれは6ppm前後とかなりの差がある。これは前述したように、この期間、埴見処理場に鉄製回転板が設置されており、それによる脱磷効果によるものである。宮内、埴見両河川における処理場の下流のT-Pは殆ど0で、河川の水質への悪影響は殆どないものと思われる。

DOについてみると、全般的に処理場の放流水のDOは2～4ppmであるが、河川に放流した後は6～8ppm間で上がっている。また、SSについては宮内、埴見両処理場とも処理水のSSは30ppmに近い値となっている。

2) 東郷湖内の水質

1988年8月25日東郷湖の水質を測定した。以下に考察を行う。

(1) BODについて

1988年8月25日に測定した東郷湖内のBODによると、湖中央でBODは2～3ppmと小さい値となっているが、流入河川の河口付近、集落および温泉街近くでは3ppm以上の値となっている。

(2) CODについて

1988年8月25日に測定した東郷湖内のCODによると、湖中央でCODは1～2ppmであるのに対し、各河川河口部では3～8ppmと高くなっている。処理施設の設置されていない羽衣石川河口では8.53ppmと高い値が得られた。

(3) T-Nについて

東郷町側において窒素濃度は0～0.1ppmと低いが、橋津橋及び羽衣温泉沿岸では4.1、2ppmと高い値を示した。埴見川河口は0、舎人川河口で0.08ppm、羽衣石川河口の0.93ppmに比べて、処理場による効果が得られているといえる。

(4) T-Pについて

湖南部の温泉街の沿岸付近で僅かに磷が見られるが、その他の地区では殆ど測定されていない。

(5) 溶存酸素濃度 (DO)

また、湖の沿岸部ではDOは低くなっており水質の有機汚染がみられる。

(6) 塩素イオン濃度 (Cl)

塩素濃度は橋津川にちかくなるにつれて高い値となっている。これは日本海からの海水が入っていることを示している。また、湖の中央付近で塩素濃度が高くなって

いるのは、湖底から吹き出している温泉の影響かもしれない。

結 論

流入原水のBODは埴見・宮内各処理場とも100～150ppmであるのに対して、処理後の放流水は15～20ppmで目標値の20ppmを満足している。CODは埴見処理場で20ppm前後、宮内処理場で10ppmで年間を通じて安定した処理水となっている。

埴見・宮内各処理場の処理水が放流される埴見川、宮内川の処理水の放流位置の上流と下流のBOD、CODを比較すると、上流・下流に大きな差は無く、河川への影響は殆ど無いといえる。すなわち、埴見・宮内各処理場とも有機物の処理は十分に行っていることが分かる。

T-Nについては埴見・宮内各処理場とも大体20ppm以下となっており、これも目標値を満足しているが、年間を通して見ると、処理能力には季節的な変化がみられる。埴見・宮内各処理場の処理水が放流される埴見川、宮内川の処理水の放流位置の上流と下流のT-N、比較すると両地点の濃度には殆ど差がなく、放流水が東郷湖の水質に悪影響を与える事はないといえる。

T-Pについては、処理水の濃度は埴見処理場で2ppm、宮内各処理場で6ppmである。埴見処理場では鉄製回転板を採用することによって高い脱磷効果が得られた。また、鉄製回転板を外して運転した場合の処理水のT-P、宮内処理場の処理水のT-Pは河川に殆ど影響を与えていない。

なお、東郷湖のような閉鎖水域においては富栄養化に対する警戒が必要であるので、今後とも水質調査を行い、その浄化能力をチェックする必要がある。また、新設の処理場には脱窒、脱磷の機能を持った処理法を採用することが望ましい。

1988年8月25日に行った東郷湖の水質調査によれば、東郷湖の水質は湖沼に於ける環境基準のB、C類型に入り、A類型にするには更に一層の水質改善への努力が必要である。

参 考 文 献

- 1) 合田 健: 水質工学 基礎編, 丸善, 東京 (1975), pp. 209-214
- 2) 柏谷 衛: 新体系土木工学, 89下水道, 技報堂, 東京 (1980), pp. 162-163
- 3) 農村水質保全研究会: 農村地域の水質保全と農業集落排水事業, 日本農業集落排水協会, 東京 (1990), p. 9