

集落排水処理水が環境に与える影響に関する研究

I. 宮内地区の例

吉田 勲*

平成元年5月31日受付

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

I. An Example in Miyauti Area

Isao YOSHIDA*

Sada town authority has begun to construct the wastewater treatment plant in order to improve water quality of irrigation water and the living environment of inhabitants. In this paper, the performances of the sewerage treatment plants in Sada-Inada and Eryou areas, and influences of the purified water upon the Sada river running through the area are described.

Generally speaking, although the water quality is getting better after completion of the plant in term of organic contamination, getting worse in the content of nitrogen.

In conclusion, only one town's effort is not enough to improve the water quality, and it is most important that many other communities tackle this problem.

緒 言

我々は明治以来、外国に追いつけ追い越せを合言葉に外国からはエコノミックアニマルとか、兎小屋の住人とか陰口を叩かれながらも、歯をくいしばって日夜努力し、そのかいあって1980年代に入ってようやくその目的を果たし、GNPは世界第2位を誇るまでに生長し、外国からは羨望の眼差しで見られるまでになった。しかし、ほっとするまでもなく、我々の住む周辺を見渡すと色々の悪弊が出てきた。

このままの地球ではおかしくなる。人間は自然を傷め

すぎではないか？こんな警告や不安の声が世界各地でささやかれている。減り続ける森林、砂漠化の進行、酸性雨による湖沼や土壌の劣化、広がる水圏域の汚染、オゾン層の破壊、野生動物の種の減少、異常気象の頻発、地球の温室化と、どれをとっても地球に住む我々にとって、気がかりなことである。環境問題に対し関心が高まってきたのは今度が初めてではない。17年前ストックホルムで開かれた国連人間会議(1972)は『かけがえのない地球』を合言葉に市民団体も参加して大変な盛り上がりを見せたが、当時の熱気はいつしかさめ、開発優先の考えにとって変わられてしまった。近年の環境汚染は、こ

* 鳥取大学農学部農林総合科学科生存環境学講座

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

の関心の低さと無関係ではない。

物質的豊かさだけを追求する限り、問題の解決は不可能である。私たちの日常生活の見直しから始める必要がある。地球は人間だけのものではない。あらゆる生き物の住みかであり、未来の生物の共有物である。かけがえの無い緑の惑星を私達は健やかな姿で子孫に引き継がなくてはならない。とは言っても、そのためには国の総合的な環境保全計画の作成が急がれるわけであるが、先ず、各々の分野で、各人が自分の責任において行える施策をどんどん実行に移すことが先決問題である。

目を筆者らの研究対象とする農村に向けてみると、現在の農村は農家だけでなくサラリーマン、自営業と多業種の人々が住む混住化社会で、生活様式も多用化して来ている。その中でも、生活用水量は急増し、農村といえども自然の浄化能力を越えた汚染負荷を自然に課すにいたり、その結果、用排水路や公共水域が汚染されてきた。全国で最も水質の悪い手賀沼は周辺に住む住民の生活排水が汚染源の70%以上を占めるといわれている。水環境を改善したり、良好な状態に保つためには、従来捨てて省みなかった生活雑排水を処理し、自然に戻すことが必要である。

都市と農村との生活様式を比較すれば、農村では広い屋敷に住み、自然の中での生活を満喫してはいるものの、トイレだけでは劣っている。近年、人口の流出も止まり、少しづつではあるが、ユーターンする人も増えているが、都会から農村に住居を構えた、これらの人達の中で、行政に対して最も要望の高いのはトイレの水洗化である。トイレの水洗化と共に家庭雑排水をも集め、一緒に処理し、公共水域の水質を守るだけでなく、都会に負けない生活水準を享受できるようになれば、農村に住む人はさらに増加し、活性化への道も開けて行くでしょう。

農村地域における水質汚濁機構は生活排水、自然排水が複雑に交錯しており、その実態は多くの点で不明である。そこで、本調査は、この度、生活排水対策として集落排水事業が完了した島根県簸川郡佐田町宮内地区に於て、その事業の効果、実態把握と水質汚濁機構の解明の基礎資料を得るために昭和62年10月から、昭和63年9月までの期間に、12回にわたり採水実験を行ったものであり、今後の農村地域での水質保全に資せんとするものである。

佐田町の集落排水事業

1. 町の現況

佐田町は島根県の東部、簸川郡の最南端に位置し、出

雲市をはじめ太田市、湖陵町、多伎町、掛合町、頓原町、三刀屋町の2市5町に隣接している。東西に9.8km、南北に9.6kmで総面積108.4km²（島根県総面積の1.6%）あり、その内、85%が山林、約7%が耕地という中山間地帯の農村である。

町内には2級河川の神戸川を本流に、その支流である波多川、須佐川、伊佐川が流れており、その川に沿って集落間を結ぶ道路網が広がっている。また、急峻な山々も多く、400m以上の山岳が23にも及んでいる。

佐田町の年間平均気温は13.4度、年間平均降水量は2,000mm前後で内陸型の気候で、四季の移り変わりがはっきりしており、冬季は積雪が平年で20～50cmと寒さの厳しい時期もある。

昭和31年の合併当時、人口は8,655人余りであったが、社会情勢の変化による人口流出のため昭和62年4月1日現在では5,423人（1,324世帯）で、この30年間に約3,232人減少している。また、60歳以上の高齢人口は全体の25%に達し、過疎化と高齢化社会を端的に表している。60年の農業センサスによると農家戸数は959戸で、その内訳は専業農家77戸、第1種兼業農家95戸、第2種兼業農家787戸で圧倒的に第2種兼業農家が多い町である。

産業別人口（60年国勢調査）をみると、1次産業1,058人（うち農業人口1,011人）、2次産業1,148人、第3次産業968人である。

2. 佐田町の排水事業

佐田町では、昭和56年度に農水省の農村基盤総合整備事業の中の農業集落排水事業の採択を受け、町内の宮内地区で着工した。昭和58年8月に地区内の一部11戸（50人）の飼領地区に土壤被覆型接触曝気法による小型の処理施設を建設した。その後、昭和58年度から、この事業が独立した事業になり、約6ケ年の歳月を経て、昭和62年3月には残りの地区135戸（580人）の処理施設の竣工により、ここに宮内地区の集落施設が完成した。なお、宮内地区の人口は630人で佐田町人口の約13%を占める。

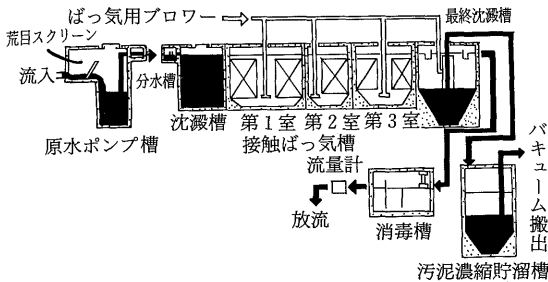
3. 汚水処理方式

佐田・稲田処理施設、飼領処理施設は、全国でも70%近くを占める接触曝気方式を採用している。接触曝気方式とは、生物膜法の一方式で、ろ材の表面に付着した微生物で汚水を浄化するもので、ろ材に付着した微生物が呼吸し、汚水中の有機物を食べて増殖するためには曝気をする必要がある。また、処理場全体を土壤で被覆し土壤面に芝生などを植えることによって景観を優れたものにできる。

一例として第1図に佐田・稲田処理施設のフローシー

トを示す。

この施設の浄化システムは、汚水が先ず原水ポンプ槽に入り、沈澱槽、3室からなる接触曝気槽、最終沈澱槽へと送られる。そして、最終沈澱槽の上澄み液は、消毒槽で滅菌されて須佐川へ放流される。両施設とも脱窒、脱リンを意図していない。



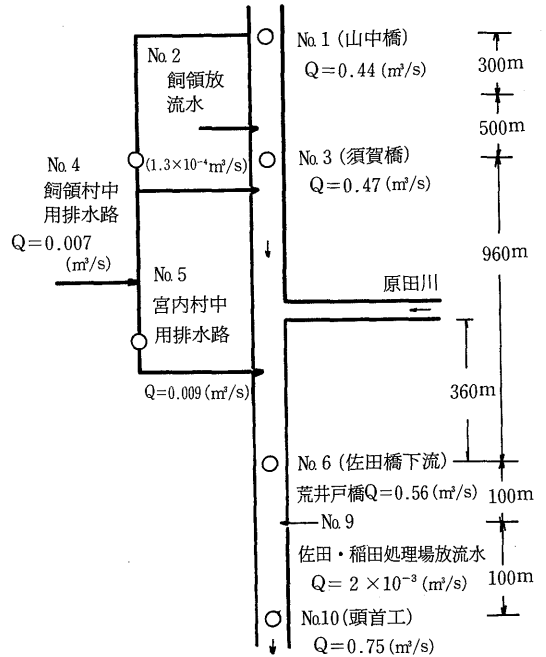
第1図 佐田・稲田処理施設の流れ図

採水位置及び試験項目

1. 採水位置

第2図に示すように10点を選定し、須佐川の上流から測点番号をつけた。以下に、それぞれの採水位置の選定理由および特徴を記す。

- No.1 宮内地区上流：宮内地区上流の『山中橋』で採水する。この点の水質は宮内地区上流の集落などによる須佐川の汚染度を示す。
- No.2 飼領処理施設の放流水：この点の水質を分析すると飼領処理施設の処理能力を知ることができる。
- No.3 飼領処理施設の下流：飼領処理施設の放流水が須佐川に及ぼす影響を知るために『須賀橋』で採水する。
- No.4 飼領集落内の用排水路：この用排水路（幅25cm）の水は『山中橋』付近から取水され、飼領集落を貫流して、再び須佐川に流れ込んでいる。以前はこの集落の生活排水が流入し酷く汚染されていた。現在では流量は少なく、雨水、山からの浸透水及び須佐川からの取入れ水が、時折、流れる程度である。
- No.5 宮内集落内の用排水路：電柱番号 東幹右 2—50で採水する。No.4と同様に、以前は生活排水が流れていたが、現在では山からの浸透水と雨水が主な水源である。従って、晴れの日が続くと、この川は濁れた状態になる。
- No.6 佐田・稲田処理施設の上流：原田川と須佐川が合



第2図 採水位置図

流した地点から約360m下流の『荒井戸橋』で採水する。この位置はNo.4とNo.5の用排水路と原田川の水が須佐川の水質におよぼす影響を知るために選定された。

- No.7 佐田・稲田処理施設の原水：当処理場に流入する水質を知るために原水を採水した。
- No.8 佐田・稲田処理施設の曝気水：第3曝気槽で採水した。
- No.9 佐田・稲田処理施設の放流水：当処理場の処理能力を知るために放流水を採水した。
- No.10 佐田・稲田処理施設の下流：頭首工の位置で採水する。

以上、簡単に採水位置を説明したが、最上流の山中橋をNo.1、その下流の須賀橋をNo.3、荒井戸橋をNo.6、最下流の頭首工をNo.10、飼領処理場の放流水をNo.2、処理場の前を流れる小さい排水路をNo.4、同じく佐田地区内を流れる小排水路をNo.5としている。即ち、須佐川の水質を検討する場合、上流からNo.1、No.3、No.6、No.10に注目すればいい。また、No.1とNo.10の水質を比較することによって、当地区内からの排水が須佐川の水質に与える影響を知ることができる。

2. 水質試験項目

集落排水処理場の放流水が須佐川の水質におよぼす影響を調査するために前記の採水位置にて採水した水について、以下の項目について水質分析を行った。即ち、流量・気温・水温・溶存酸素 (DO)・PH・電気伝導度 (EC)・透視度・浮遊懸濁物質 (SS)・生物化学的酸素要求量 (BOD)・化学的酸素要求量 (COD)・全窒素 (T-N)・全リン (T-P)・大腸菌群数・塩素イオン (Cl) である。

採水日は昭和62年10月7日・11月26日・12月10日・昭和63年1月13日・2月5日・4月12日・5月12日・5月27日・6月10日・7月5日・8月4日・9月9日で、それぞれ午前9:30~10:30の間で採水した。

試験結果と考察

1. 流量測定

各地点の流量測定結果を第1表に示す。なお、No.10における測定値の欠落部分は河川水量が多く測定不能であったことを意味している。飼養処理施設の放流量は $1.3 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$ $\{=11.5 \text{ (m}^3/\text{日}) / (24 \times 60 \times 60)\}$ 、佐田・稲田施設のそれは $0.002 \text{ (m}^3/\text{s})$ $\{=(156.6 \text{ (m}^3/\text{日})) / (24 \times 60 \times 60)\}$ であった。いま、仮に須佐川の流量を最も流量の少ない時の $0.19 \text{ m}^3/\text{s}$ とすると飼養処理施設と佐田・稲田の処理施設の放流水の希釈率はそれぞれ約1,500および100倍であることが分かる。No.4とNo.5の流量は須佐川のそれに比べて非常に小さい値で、しかも、前述したようにNo.4、No.5においては、全く流れない時もあった。

2. 集排施設の処理能力

1) 佐田・稲田地区処理施設の浄化能力

当処理場の流入原水 (No.7) のpHは6.2~7.4の間で変動しているが、放流水 (No.9) のそれは6.87~7.7の間であり、放流水のpHは適正である。

放流水 (No.9) のDOは5月12日に3.5と最も低い値を示すが、須佐川の水は5.1に回復している。

放流水のSSは12回の測定中、9回も計画放流水質の30ppmを満足していない。

放流水の電気伝導度は90~1,200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の間で大きく変動していた。

第3図にBODの測定値を示す。放流水のBODは11月26日に22.58ppmと最も高い値を示しているが、その他の測定値は計画放流水質の20ppmを満足している。

次に、冬期と夏期の放流水の水質を比較すると、冬期の放流水のBODは夏期のそれよりも高くなっている。これは水温の低下により微生物の活動が低下したためと推定される。しかし、放流水のBODは計画水質の20ppmを満足しており、前述したように、水質的にはなんら問題は

第1表 流量測定結果

日付	No.4	No.5	No.10
10/7	0.003	—	0.190
11/27	0.003	0.001	0.220
12/10	0.013	0.002	1.700
1/13	—	—	—
2/5	0.009	0.008	0.240
4/12	—	—	—
5/12	—	—	—
5/27	0.006	0.009	0.260
6/10	0.004	0.018	1.270
7/5	0.007	0.008	2.020
8/4	0.002	0.019	0.330
9/9	0.010	—	0.640

※単位は m^3/sec

ない。

CODの計画水質は定められていないが、63年1月13日に最も高い22ppmを示したのみで、その他の値は多くの処理場で採用されている計画水質の20ppmを満足している(第4図)。

前述したように、当処理場は脱窒素、脱リンを意図していないが、窒素及びリンの除去について述べる。

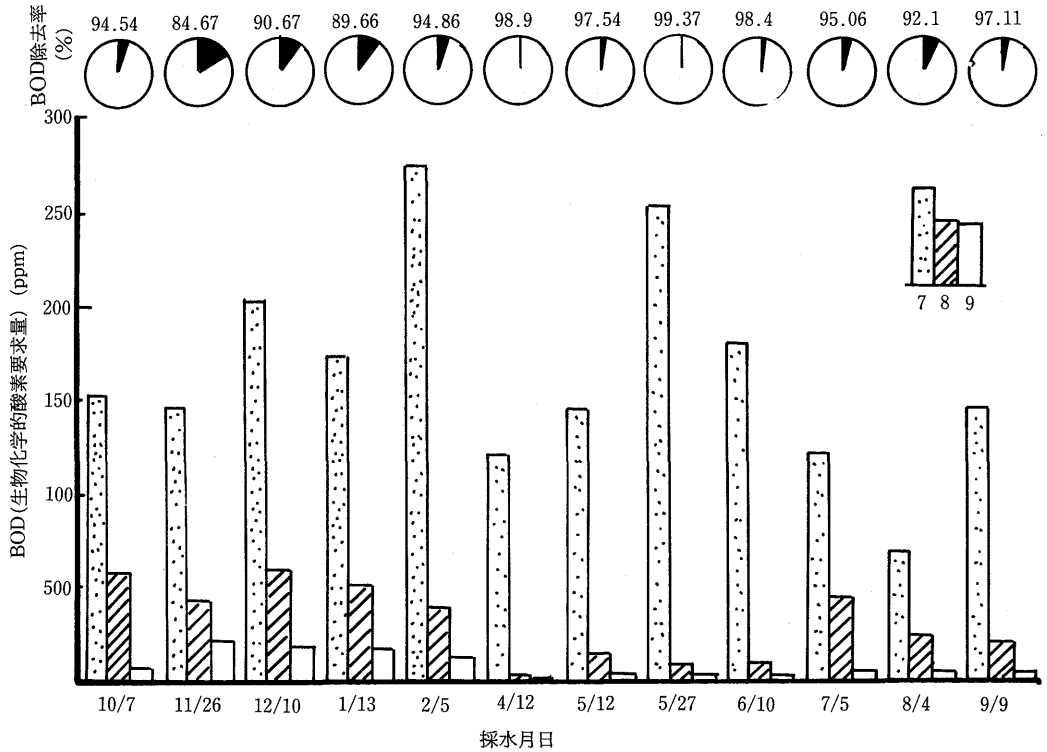
第5図にT-Nの年変動を示す。図から20.18~53.33ppmの原水が入っているが、放流水のそれは4.70~35.41ppmとなっているのが分かる。

第6図にT-Pの年変動を示す。図から、原水のT-Pは1.88~7.34ppmで、放流水のそれは0.38~4.58ppmであることが分かる。

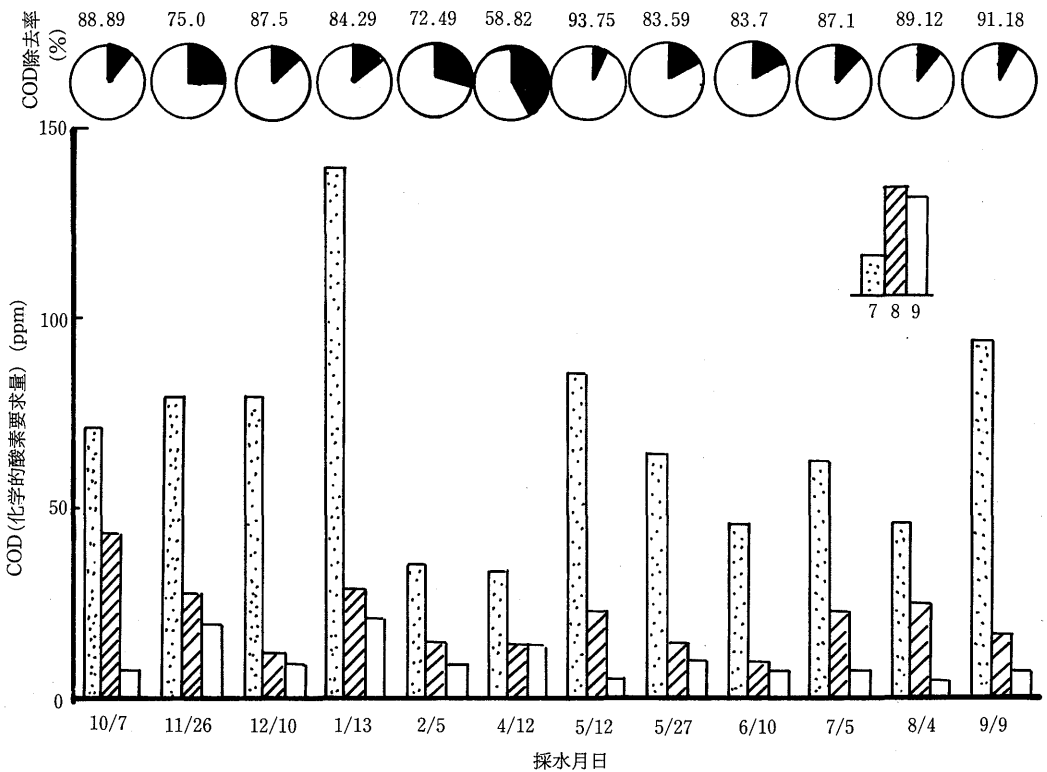
この他に、水温及び塩素イオン、大腸菌群数や透視度を測定したが、いずれも満足のいく状態であった。

当処理場の処理能力を総合的に判断するために、SS、BOD、T-N、T-Pの除去率の平均値を求めると、それぞれ、81%、95%、45%、34%となり、当処理場の目的としている有機汚染物質の除去は満足されているのが確認できた。

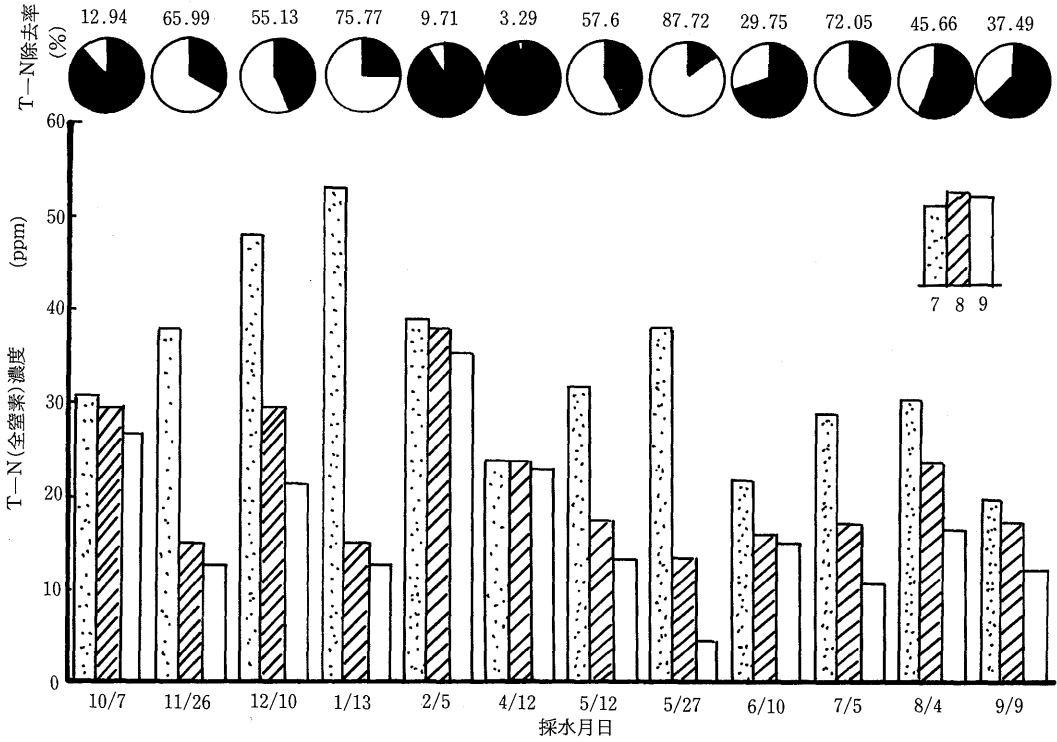
当施設は脱リン、脱窒を意図していないことは、既に述べたが、これらの水を河川に放流することは、河川の



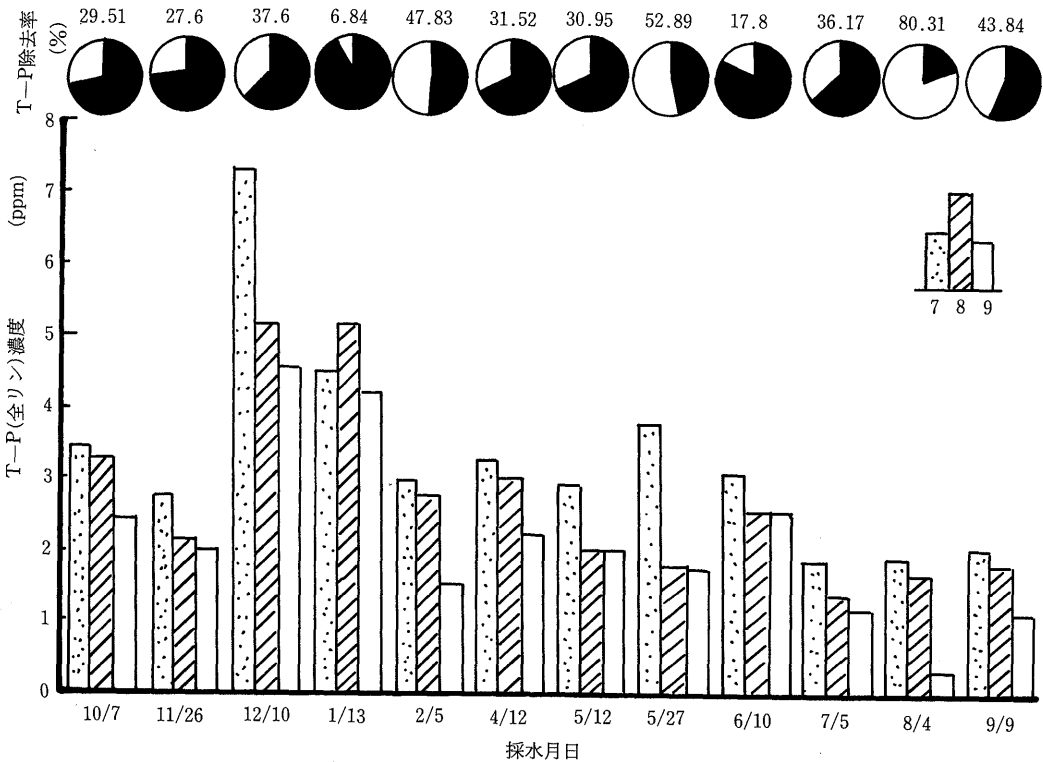
第3図 佐田・稲田処理場の処理能力 (BOD)



第4図 佐田・稲田処理場の処理能力 (COD)



第5図 佐田・稲田処理場の処理能力 (T-N)



第6図 佐田・稲田処理場の処理能力 (T-P)

水質汚濁を招く恐れがある。特に、下流に閉鎖水域がある場合にはそうである。この問題を解決するには、1) 脱窒素、脱リン装置をつける、2) 放流水をトレンチに入れる、3) 農業用水に再利用する、などの方法が考えられる。これらのうち、3)の方法は、経費もかからず、冬期に於いても水温は7度と暖かく、しかも放流水中に含まれる肥料も有効に使うことにより、農業経営の点においても、しかも、水質浄化の点からも考慮するに値する方法であると考えられる。今、畑作をすとして、そのかんがい用水を3mm/日と仮定すると、かんがい可能面積は520a (=156m³/0.003m)となる。

2) 飼領処理施設

10月の測定日に当処理場を視察した際に、汚泥が多量に溜っていたので、引き抜く必要のあることを佐田町の担当者に助言した。その後、汚泥は引き抜かれたが、63年5月12日にBODの計画水質(20ppm)を満足するまでに6ヶ月を要した。しかしながら、放流水の滅菌状態は常に良好であった。当処理場からの放流量は比較的少ないため、河川に与える影響は小さいが、もっと丁寧な運転が必要である。

以上のことから、両処理場の運転状態を判断すると、佐田・稲田処理施設は本来の浄化能力を発揮しているが、飼領処理施設については問題があった。

3. 処理場の放流水及び宮内地区内の用排水路の水が河川に及ぼす影響

次に、処理場の放流水と宮内地区内の用排水水とが須佐川の水質に及ぼす影響について考察する。

須佐川のpHは水質基準を満足しており、用排水および放流水が須佐川のpHに悪い影響を与えているとは考えられない。

No.1とNo.10のDOとを比較すると12例中6回下流の方が上流よりも小さくなっている。しかし、下流のDOは農業用水質基準¹⁾の5ppm以上を満足している。

第7図にBODの測定値を示す。測定回数12回中、9回は下流のBODの方が大きくなっている。特に、冬期に高くなっているが、この原因は不明である。夏期の最大値は3.95ppmで、水質的には悪い値ではない。

CODについても、同様なことが言えるが、用水基準(6ppm以下)は満足している(第8図)。

第9図にT-Nの変化を示す。図から年間を通じてみると、6月10日～8月4日の間のT-Nはその他の期間の値よりも高くなっている。これは水稻栽培により水田から肥料が流出したことに起因すると考えられる。冬期の11月26日のT-Nは2ppmを越えているが、これは前日

に降った雨により田畑から肥料が流出したためと推定される。No.1とNo.10とを比較すると、No.10の方が低い値となっている。これから処理場の放流水が須佐川になんら悪い影響を与えていないこと、No.1点で既に窒素の値が高くなっていることが分かる。これは上流の田、畑や、家庭雑排水に起因していると考えられる。

用水基準はT-Nを1ppmと規定しているが、これはケルダール窒素のことである。須佐川におけるケルダール窒素量はT-Nの約70%である。従って、T-Nに換算すると1.43ppmとなる。このようにT-Nを考えると水田のかんがい期を除けば、須佐川の水質は用水基準をほぼ満足しているといえる。

第10図にT-Pの変化を示しているが、測定値は全て0.2ppm以下であった。

以上、処理場の放流水と用排水路の水が須佐川に及ぼす影響について考察したが、これらは須佐川に悪い影響を与えていないことが分かる。また、用水基準に照らして須佐川の水質を判定すると、農業用水としてほぼ満足される状態にあるといえる。

4. 山中橋上流の水質

山中橋でのT-Nが1ppmを越すことが多かったので8月4日と9月9日の2回現地調査を行った。その採水位置を第11図に示す。図中、大文字は水系の下端での位置、小文字は須佐川に沿った位置を示す。これらの水系の中で最も多く窒素の流出しているのはB水系で、次いで、A、C=Eの順であった。DとFからは窒素は殆ど流出していない。

また、須佐川に沿った採水試験結果によれば、位置bとCの間でT-Nが0.17ppmから、0.34ppmに急増している。これらのことからB水系から多くの窒素が流れ出ているのが分かる。

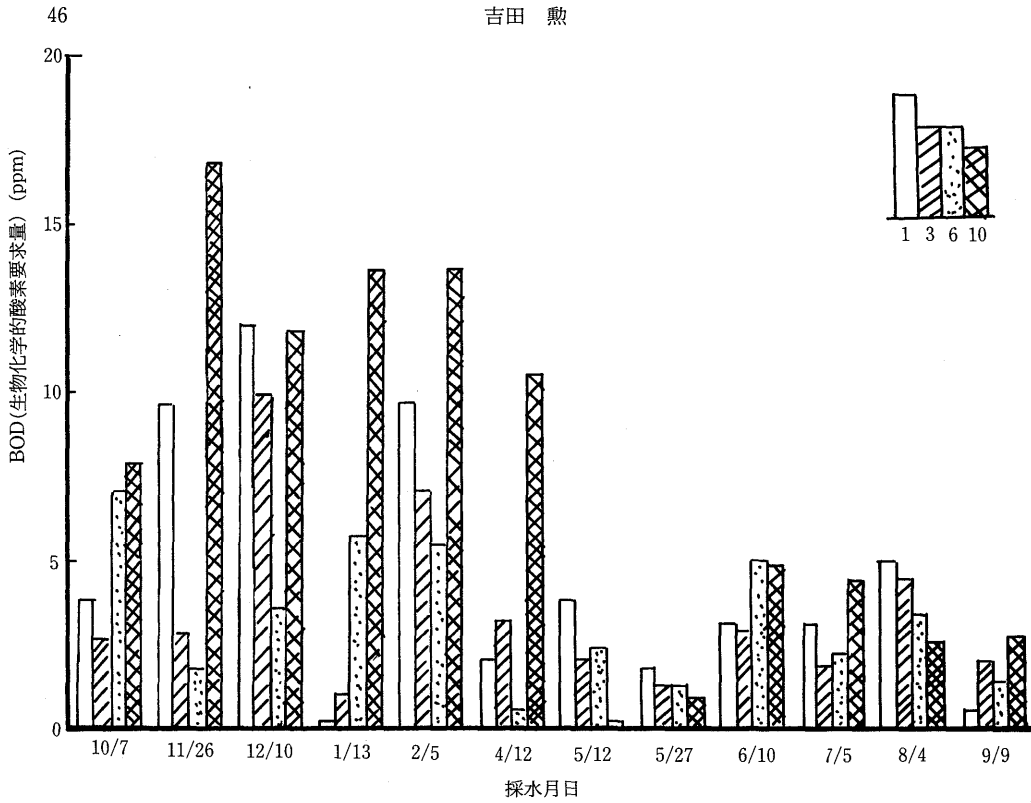
5. 1980年と1988年の水質の比較

次に集落排水処理施設を建設することによって、水質がどのように変化したかを検討する。

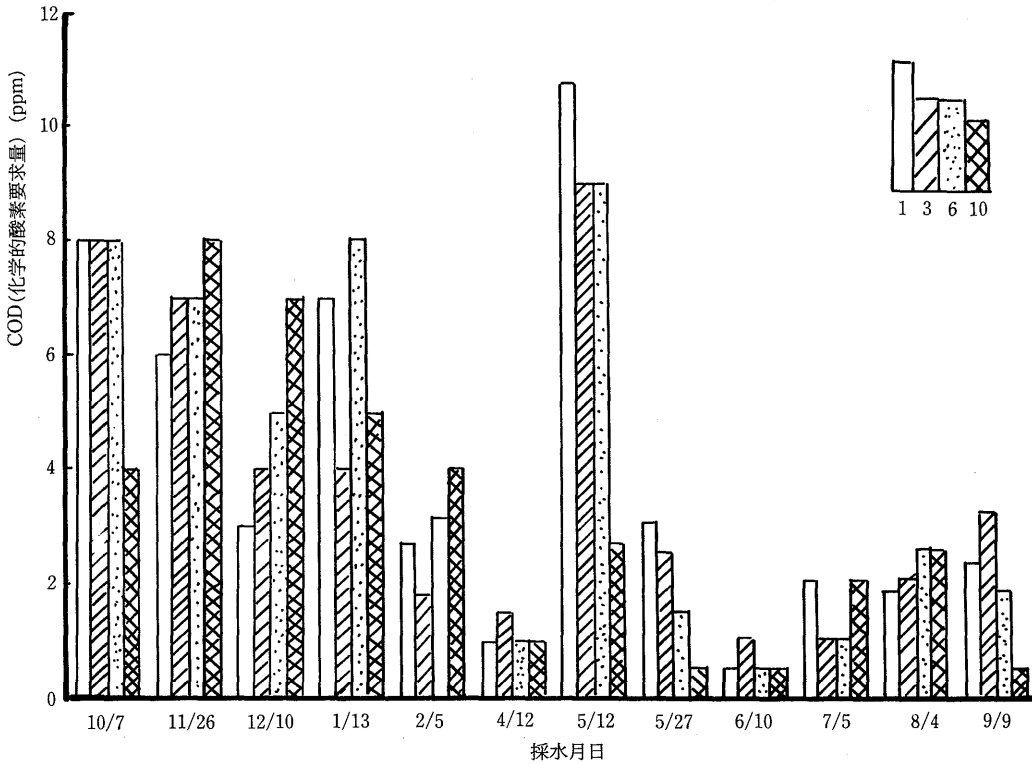
1980年に島根県環境保健公社がDO、SS、COD、電気伝導度およびT-Nに次いで行った5回の水質調査のデータ(7月3日(雨)、8月13日(雨)、8月22日(雨)、9月14日(雨)、9月9日と1988年の同期間の測定値(7月7日、8月4日、9月9日)を使用して考察する。

1980年は集落排水処理施設を造る以前で、1988年は施設完成後である。勿論、1980年と1988年の観測時期および流量も同じでないで、厳密な比較はできないことを断っておく。

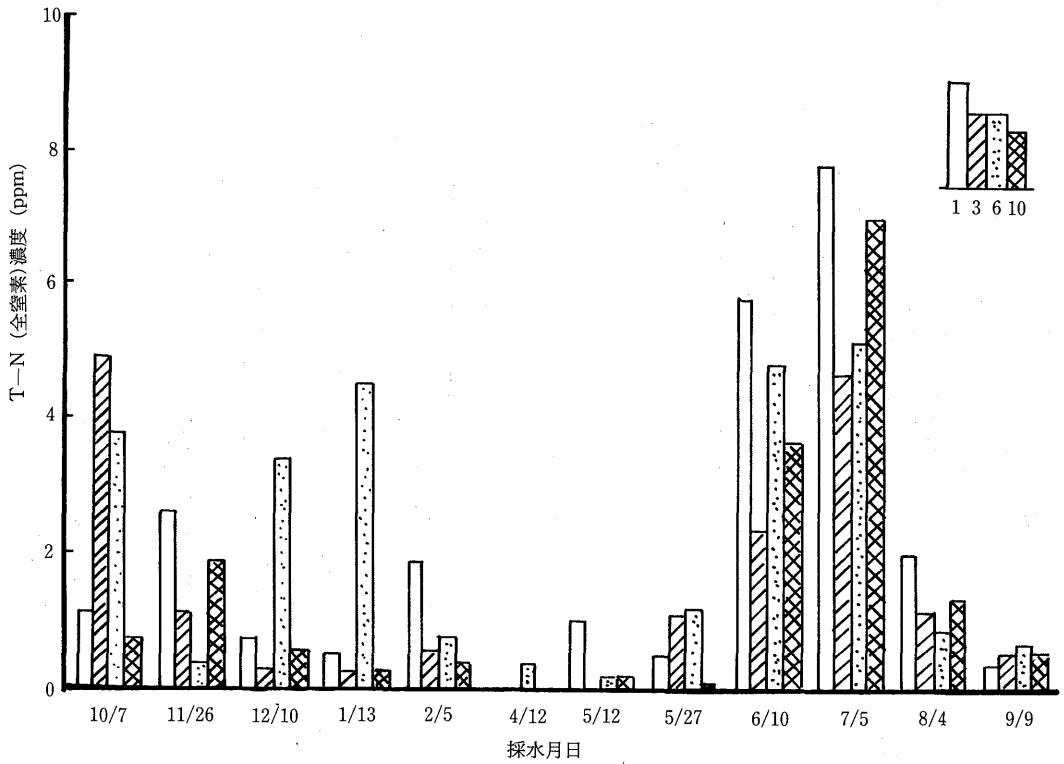
電気伝導度(第12図)についてみると、1988年の方が



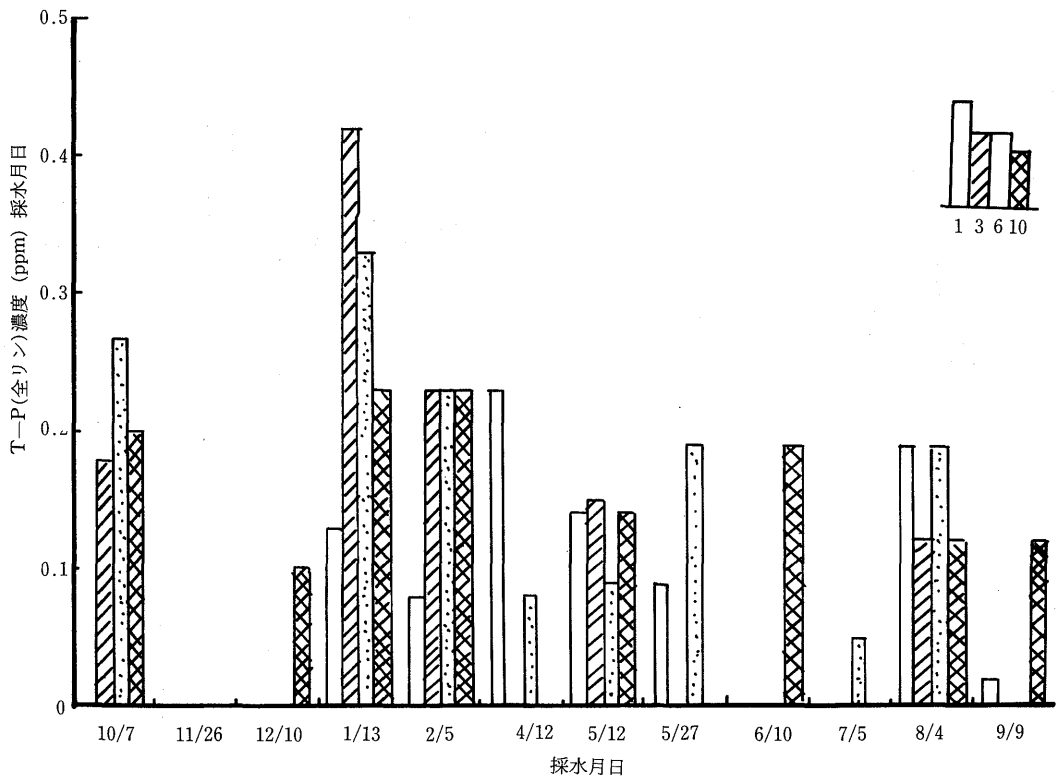
第7図 須佐川におけるBODの年変動



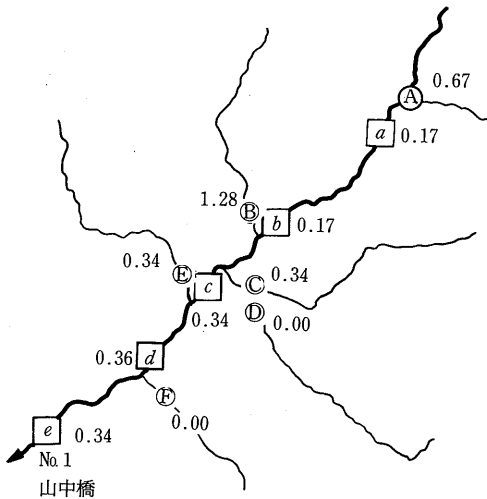
第8図 須佐川におけるCODの年変動



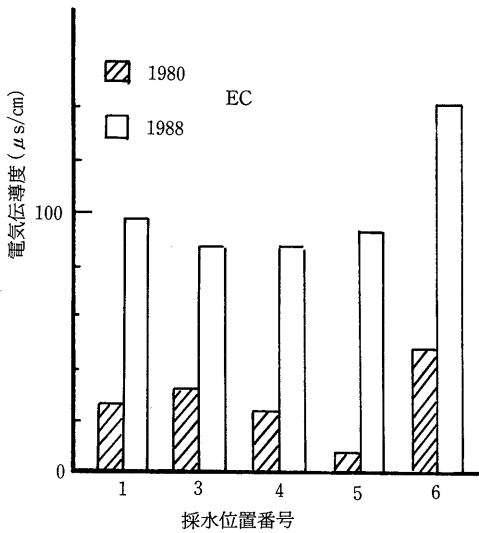
第9図 須佐川におけるT-Nの年変動



第10図 須佐川におけるT-Pの年変動



第11図 山中橋上流の水質 (T-N)
 (A)..... 8月4日測定 (大文字)
 (a)..... 9月9日測定 (小文字)



第12図 1980年と1988年の水質の比較 (EC)

高い値となっている。

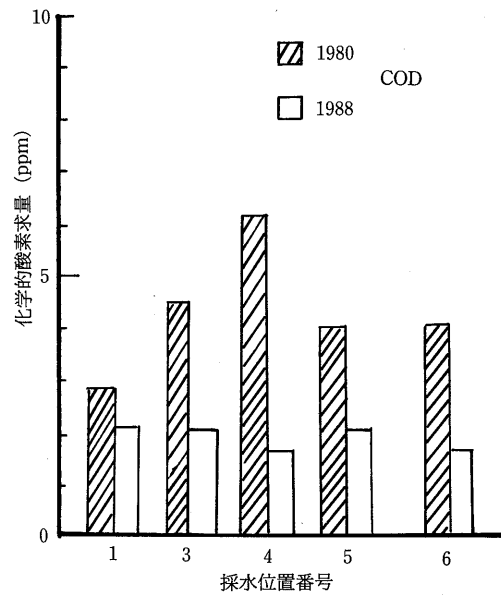
COD (第13図) は、1988年の方が低い値となっている。

全窒素 (第14図) は、1988年の方が高くなっている。

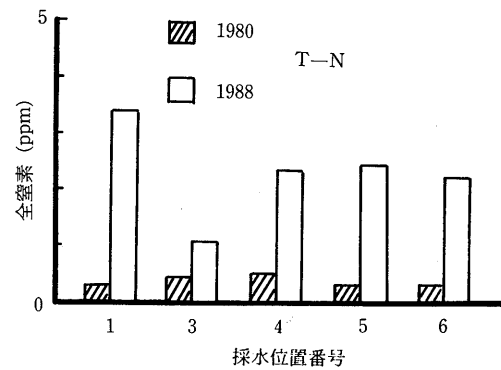
次に上流と下流の値を比較すると下流の方が低い値となっている。pH は各地点とも変化がない。

以上は、1980年と1988年の河川流量は同じとして行った考察である。

1980年に須佐川のNo. 6で5回流量を測定したデータが



第13図 1980年と1988年の水質の比較 (COD)



第14図 1980年と1988年の水質の比較 (T-N)

ある。その平均値は $0.8\text{m}^3/\text{s}$ で、1988年のそれは $0.56\text{m}^3/\text{s}$ であった。この差は測定時期と気象条件の相違に起因すると思われるが1987年の流量は1980年の約1/3である。また、用排水路を見ると、1980年のNo. 4とNo. 5における流量は、それぞれ、 0.04 、 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ で、これらの値は1988年の値の約6倍であった。すなわち、宮内地区内を流れる小川の汚染を河川への負荷量で考えると1988年の流量は1/6に減少している。これは集落排水施設の建設によって、それだけ家庭からの雑排水 (汚染負荷) が減少し、須佐川の汚染負荷が減ったことを如実に示している。

以上のことから、須佐川の水質は有機物による汚染は

改善されているものの、窒素については含有量が増加していることが分かる。

結 論

以上、集落排水処理施設の放流水が須佐川に及ぼす影響について12回の水質試験結果から検討を行った。その結果、次の事が言える。

- 1) 佐田・稲田地区の処理場の放流水は計画放流水基準を満足しており、須佐川の有機物汚染の改善に役立っている。ただし、飼養処理施設については、より丁寧な管理をする必要がある。
- 2) 1988年の須佐川の水質は1980年のそれに比べ、有機物汚染に関しては、改善されているが、窒素の含有量は増えている。しかし、水質は用水基準をほぼ満足してい

る。

河川の水質を守るためには一町村だけで努力しただけでは不十分であり、もっと、広域的に取り組む必要がある。

最後に、本調査に当りご援助下さった、農林水産省中国四国農政局 掛樋忠義氏、島根県出雲農林事務所耕地課 桑田秀幸氏、佐田町役場 今岡学氏、実験に協力戴いた学生の近藤英行、中沢誠、福井真一君に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 農業土木学会編：農業土木ハンド・ブック．丸善，東京（1979） p.171