

鳥取県における農村地域の小河川水質

猪迫耕二*・吉田 勲*

Characteristics of Water Quality of Streams through Rural Areas in Tottori

Koji INOSAKO* and Isao YOSHIDA*

Rural areas are rich in nature. Inhabitants in these areas can enjoy the environment. However, their living environment is inferior to the urban living environment. Recently, waste water treatment plants have been built in rural areas for the improvement. They have two purposes, realizing the high level living environment and keeping water quality in the areas. The latter is especially important.

Since water pollution has not appeared in a lot of rural areas yet, water quality in these areas are not analyzed so much. Therefore it is not proved that this plant has the ability to keep water quality good.

In this study, water samples of streams were analyzed at 137 points in Tottori Prefecture. Comparing the average concentrations of "The environmental water quality standards" with those of "The water quality standards for paddy fields", it is clear that these streams show good quality. Thus by using analyzed results, it was predicted how effluents from these plants have an influence on streams. According to the prediction, T-N and T-P concentrations increase by 18% and by 43%, respectively. These results suggest that the volume of an effluent flow must be determined by that of streams so far as T-N and T-P are concerned.

序 論

農村地域、とりわけ中山間部に展開する農村は豊かな自然環境を有しているが、一方で日常生活の利便性に欠けている点は否めない。近年の生活様式の都市化に伴い、農村地域においても都市並みの高度な生活環境が欲されるようになった。このような地域住民の要望に答えて、現在、多くの農村地域において農業集落排水事業が進め

られている。

一般に、これまでの汚水処理施設は、都市部、農村部を含めて水質に問題が生じた地域に建設されてきた。しかし、水質環境が良好な地域の住民もまた生活環境の改善を望んでおり、その希望に答える必要がある。

これらのことから、集落排水処理施設は高度な生活環境の実現とともに、従来からの良質な水質環境の保全という2つの目的を果たすものでなければならない。特に

*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

後者は、今後の処理施設の普及にも影響するため極めて重要であると言える。

しかし、水質汚濁が顕在化していない農村地域における水質の調査事例は極めて少なく、処理施設による水質環境の保全効果を実証するには至っていない。

筆者らは、このことに資する基礎資料を得るために農村地域を流れる小河川の水質調査を鳥取県全県に渡って実施し、その特徴に関する弱冠の知見を得た。また、小河川の水質に与える集落排水処理水の影響について検討を行ったのでここに報告する。

調査の概要

1. 調査地点

人口62万人、面積3,500km²の鳥取県は第1図のように4市6郡より構成されている。本県では、生活環境の高度化を目指し、多くの農業集落排水事業が計画されている。これらの中から、今回の調査では境港市を除く3市6郡に渡る137地点を選定した。その内訳は第1表に掲載している。

なお、今回の調査対象河川には護岸された自然河川からコンクリート三面張りの農業用排水路まで含まれており、河川幅も0.4~6.0mと差が大きい。しかし、河川法でいうところの一級河川、二級河川は含まれておらず、ここでは小河川としてまとめて取扱っている。

2. 調査期間および項目

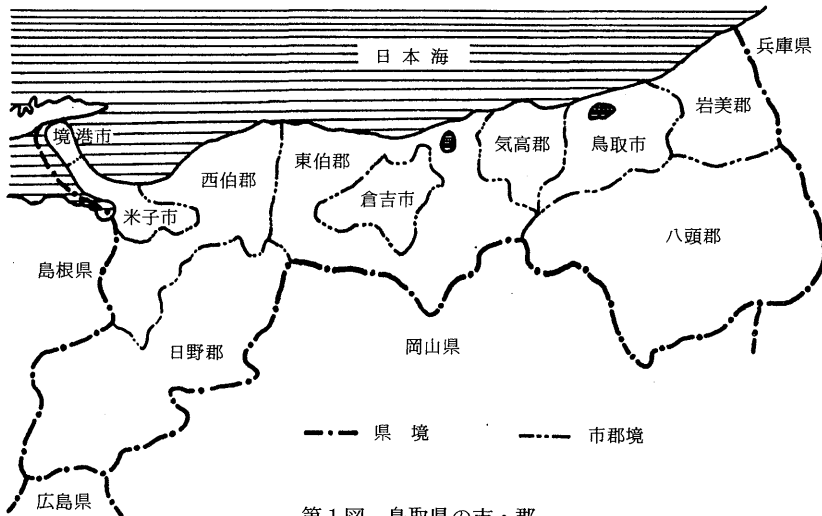
調査は、農業による影響および降雨に起因する汚濁が最小限となるように配慮し、1991年11~12月の非灌漑期

第1表 各市、郡における測定地点数

1. 鳥取市	7	2. 倉吉市	7
3. 米子市	6	4. 境港市	0
5. 岩美郡	10	国府町4, 岩美町3, 福部村3	
6. 気高郡	8	気高町3, 鹿野町3, 青谷町2	
7. 八頭郡	29	郡家町4, 船岡町4, 河原町5	
		若桜町3, 用瀬町3, 佐治村1	
		智頭町4, 八東町5	
8. 東伯郡	22	赤碕町4, 東郷町1, 三朝町4	
		関金町3, 大栄町6, 東伯町2	
		泊村2	
9. 西伯郡	27	西伯町4, 会見町3, 岸本町7	
		淀江町1, 大山町5, 名和町4	
		中山町3	
10. 日野郡	21	日南町7, 日野町6, 江府町4	
		溝口町4	

において無降雨日が2, 3日続いた後に行った。

調査項目は流量, pH, 塩化物イオン (Cl⁻), 電気伝導度 (EC), 生物化学的酸素消費量 (BOD), 化学的酸素消費量 (COD), 全窒素 (T-N), 全リン (T-P) である。いずれの測定も JIS K 0101 および JIS K 0102



第1図 鳥取県の市・郡

に準拠して行った。

調査結果

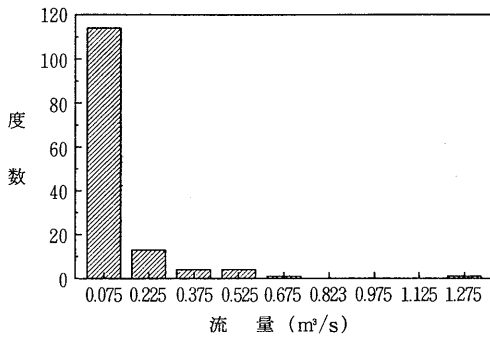
まず、全体的な水質環境を明らかにするために各項目毎にヒストグラムを作成した。ヒストグラムを作成する際、階級数(n)をどのように決定するかが問題となる。階級数は通常、ヒストグラムが不自然にならぬよう解析者の判断によって決定される。しかし、ここでは階級数の

決定法の一つであるスタージェスの公式¹⁾を用いて、筆者らの主観を排したヒストグラムを作成してみた。スタージェスの公式はデータの総数(N)から階級数を求めるものであり、(1)式で表される。

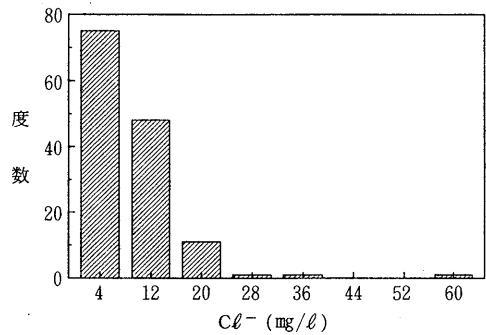
$$n \approx 1 + \left(\frac{\log(N)}{\log(2)} \right) \dots\dots\dots (1)$$

本式を今回の調査結果に適用し、階級数8を得た。

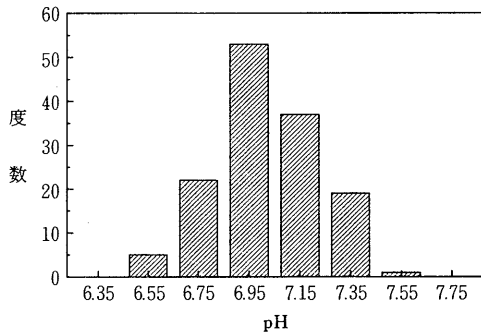
各項目のヒストグラムは第2～9図に示した。また、



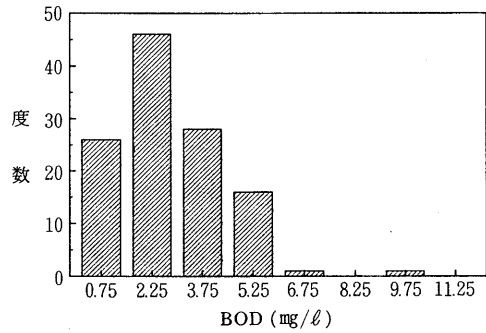
第2図 流量のヒストグラム



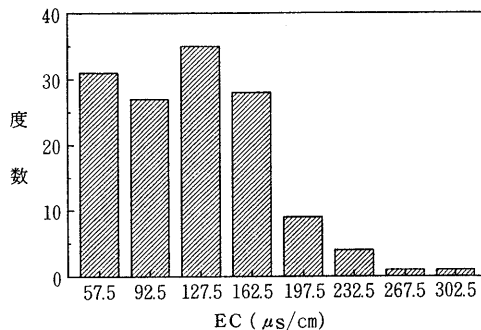
第5図 塩化物イオンのヒストグラム



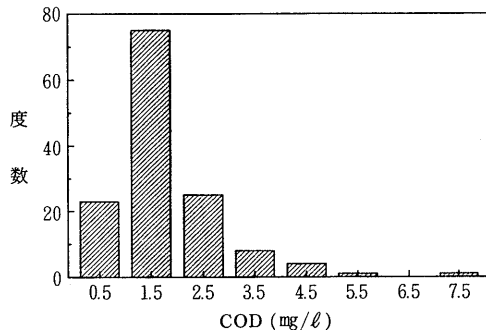
第3図 pH流量のヒストグラム



第6図 生物化学的酸素消費量のヒストグラム



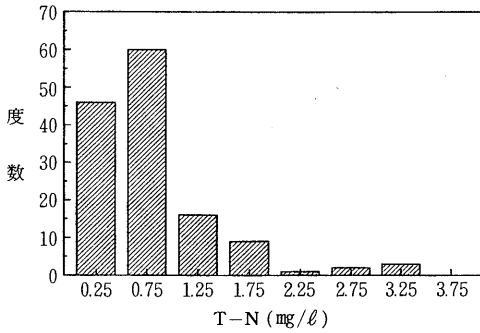
第4図 電気伝導度のヒストグラム



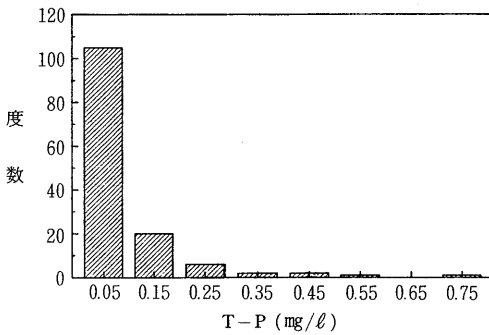
第7図 化学的酸素消費量のヒストグラム

第2表 各水質項目の最大値, 最小値, 平均値

水質項目	流量 (m ³ /s)	pH	EC (μS/cm)	Cl ⁻ (mg/ℓ)	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)
最大値	1.207	7.50	1600.0	58.0	9.75	7.87	3.48	0.78
最小値	0.001	6.50	44.0	3.0	0.30	0.49	0.22	0.00
平均値	0.104	7.01	135.4	9.6	2.78	1.79	0.84	0.07



第8図 全窒素のヒストグラム



第9図 全リンのヒストグラム

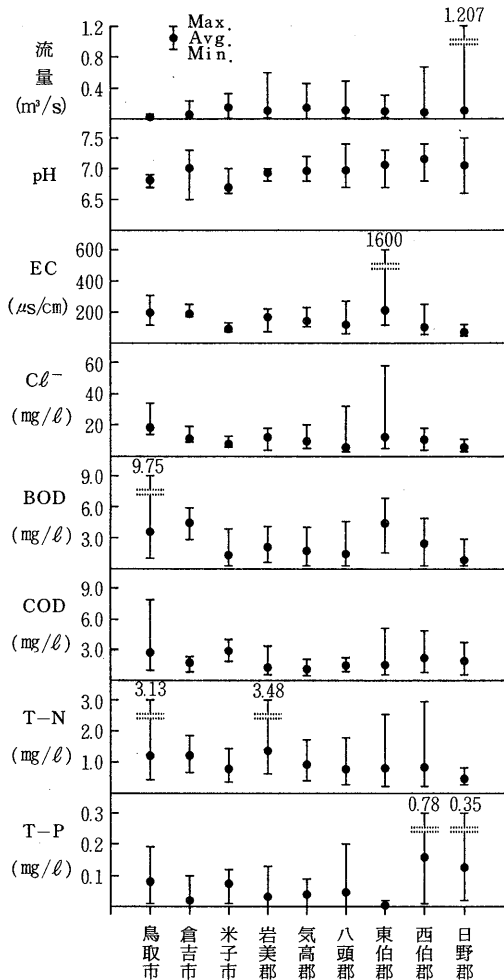
各項目の最大値, 最小値, 平均値を第2表にまとめている。

さらに, 第10図に各項目の地域毎の最大値, 最小値, 平均値を图示した。

(1) 流 量

今回の調査では集落排水の放流先となる小河川を対象としていたため, 流量は第2図に示したように最小階級に集中した。最大値, 最小値, 平均値はそれぞれ1.207, 0.001, 0.104m³/sであった。

第10図によると最大値では地域間で多少のバラツキが



第10図 各水質項目の地域毎の最大・最小・平均値

存在する。しかし、平均値の地域差はほとんど認められなかった。

(2) pH

第3図よりpHは6.85~7.05の階級に最頻値が存在する正規型の分布を示している。最大値は7.50、最小値は6.50、平均値は7.01であった。

ところで、水質の良否を判断する目安として様々な基準が関係省庁によって定められている。それらの中で、農村地域を流れる河川に関係するものとして生活環境に関する環境基準（以下、環境基準と呼ぶ）および水稲用の農業用水基準（以下、用水基準と呼ぶ）が挙げられる。両基準のpHに関する記述をみると、環境基準では6.5~7.5が最も良好なレベルとされており、用水基準では6.0~7.5であればよいことになっている。すなわち、今回の調査地点は全て両基準を満たしている。

地域毎にみると鳥取市が若干低めに集中しているが特に問題となるレベルではない。

(3) ECおよびCl⁻

ECは最小値が44.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、最大値が1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ である。最大値1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ は東伯郡で測定されたもので、異常に大きい。ECと密接な関係があるとされるCl⁻濃度もこの地点では58.0mg/lと淡水中では極めて大きい濃度を示している。Cl⁻には、岩塩や海水の混入、海水飛沫を含んだ降雨などの天然起源によるものと食塩等の生活排水による人為起源のものがある。天然起源のものでは、海水の混入が生じていればかなり大きな濃度を示すことがある。しかし、本地点では地理的条件からも海水の混入は考えられない。それ以外の天然起源によるものではせいぜい8 mg/l程度の濃度であるため、58mg/lは人為起源のものと考えられる。すなわち、EC、Cl⁻濃度からみて本地点は生活排水による汚濁の程度が大きいと結論できる。

この地点を除くと、ECは最大で308 $\mu\text{S}/\text{cm}$ でありこれは用水基準の上限と同程度の値である。なお、平均値は135.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。一方、Cl⁻は最小値3 mg/l、平均値9.6mg/lとなった。これらの平均値からは良好な水質であるといえ、地域間の較差は小さい。

(4) BODとCOD

BODとCODはどちらも有機物量を示すものであるが、河川における有機物濃度はBODで評されることが多い。これは河川を対象とした環境基準がBODで示されているためである。しかし、河川水の行き着く先である湖沼および海ではCODで有機物濃度を示すことになっており、さらに用水基準もCODを用いている。すなわ

ち、水中の有機物濃度の評価はBODとCODの両者について行うことが望ましい。

第2表に示したように、BODの最大値は9.75mg/l、最小値は0.30mg/l、平均値は2.78mg/lであった。ただし、これは測定限界を下回った19地点を除いた118地点の結果であり、第6図も118地点の測定値を用いて作成している。第6図によると最頻値は1.5~3.0mg/lの階級に存在しており、全測定地点の66%以上が3.0mg/lより小さな値であった。環境基準によれば3.0mg/l以下であれば鮎の生息も可能とされている。平均値を地域間で比較すると鳥取市、倉吉市、東伯郡ではやや大きく、他の地域では2~3 mg/l程度であった。

一方、CODでは最大値、最小値、平均値はそれぞれ7.87mg/l、0.49mg/l、1.78mg/lであった。第7図をみると1.0~2.0の階級に最頻値が存在する。全体の55%の調査地点がこの階級に属している。さらに全体の約90%が3.0mg/l以下の濃度であった。用水基準では6.0mg/l以下であればよいとされており、最大値を示した地点を除く136地点でこの基準をクリアしていた。

地域間でみると最大値では鳥取市、東伯郡、西伯郡が比較的大きくなっているが、平均値についてみるとほとんど地域差は認められない。

(5) T-NとT-P

河川のT-Nは環境基準では対象とされておらず、用水基準でのみ定められている。それによるとT-Nは1.0mg/l以下であればよいことになっている。

第8図より、T-Nの最頻値は0.5~1.0mg/lの階級値にあることがわかる。最大値は3.48mg/l、最小値は0.22mg/l、平均値は0.84mg/lであった。用水基準を満たしていない地点もあるが、全体の約80%の地点で基準を満たしており、全体には良質と判断できる。地域間で比較すると全体に最大値が大きく、平均値では鳥取市、倉吉市、岩美郡で用水基準を越えている。他の地域の平均値は1.0mg/l以下でバラツキは小さい。

T-PはT-Nと並んで富栄養化の原因物質として重要視されているが、これが問題とされるのは閉鎖性水域においてである。そのためT-Pは河川についての環境基準には組込まれておらず、水稲にとって特に規制すべき物質でないため用水基準にも定められていない。しかし、河川水の行き着く先は湖沼または海であることから、T-P濃度には注意しておく必要がある。

T-Pでは最大値0.78mg/l、最小値0.0mg/l、平均値0.07mg/lであった。一般にT-P濃度はT-N濃度の1/10程度といわれている。その比率を基に考えると、こ

の最大値は一地点のみとはいえ極めて大きいといえる。しかし、第9図よりT-Pは最小階級に属する地点が最も多く、そのため平均値ではT-Nの平均値の1/10以下となっている。地域間で比較してみると西伯郡、日野郡が最大値、平均値とも大きく、他の地域では鳥取市、八頭郡の最大値が大きい。しかし、平均値をみると西伯郡、日野郡を除く地域では1.0mg/l以下であった。

考 察

上述のように、鳥取県の小河川水質は例外的に汚濁の著しい地点はあるものの総じて良好であることが明らかとなった。また、地域間で明確な水質の特徴は認められなかった。

ところで、今回の調査対象河川はいずれも、集落排水処理水の放出先に計画されている。第3表に集落排水処理施設の設計に用いられる計画原単位と処理水放流基準を示した。処理施設ではBOD、SSは90%除去され、T-Nは46%、T-Pは56%除去されるものとしている。これらの除去率は現在の技術レベルからみて妥当なものである。しかし、第3表の放流基準濃度と第2表のBOD、T-NおよびT-Pの平均値とを比較すると1~3オーダー程度の差があり、この数値のみに着目すると、処理水放流によって水質の汚濁が生じる印象を与える。事実、集落排水施設の建設予定地の住民には水質汚濁を心配する声もある。

そこで、極めて簡略化した集落-処理場-河川の系統モデルを想定し、今回の調査で得られたデータをもとにどの程度の水質汚濁が生じるかを計算した。

鳥取県に既設されている集落排水処理施設は処理人口200人程度の規模のものが多い。そこで、今回の計算に用いる計画処理人口は200人とした。計画原単位は第3表に示した値を用いた。計算上の仮定として、処理施設に流入した1日分の汚水はその日のうちに処理され、全量が放流されるとした。放流速度は一定とした。実際の処理場では流入汚水量に時間的なバラツキが存在するが、それは流量調整槽などの施設で調整されるので問題が生じることはない。したがって、この仮定は十分な妥当性を持っている。また、簡単のため、処理方法は考慮外とした。

本計算で想定した集落-処理場-河川の系統図と計算結果を第11図に示した。

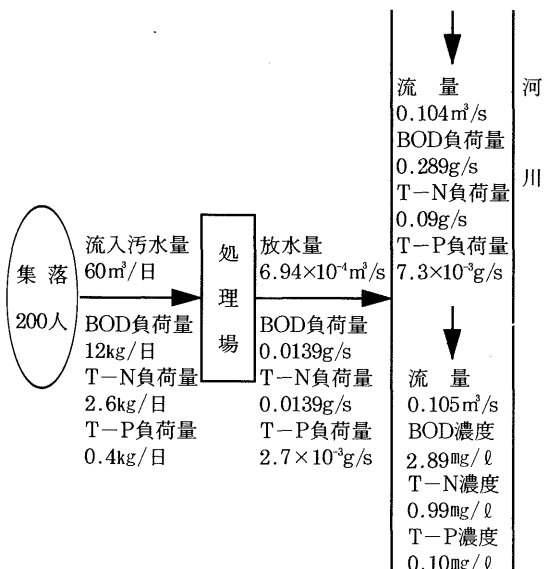
計算結果から汚濁の程度を処理水合流点の前後で比較する。BODに関しては合流前が2.78mg/l、合流後が2.89mg/lで増加率は4.0%に過ぎない。T-Nに関して

は合流前0.84mg/l、合流後0.99mg/lであり、約18%増加している。T-Pでは合流前は0.07mg/lであるのに対し、合流後は0.10mg/lとなっている。増加率は約43%に及んでいる。これらのことから、BODに関しては河川水質への影響は生じず、T-Nはやや増加し、T-Pに関してはかなり水質を悪化させることが示された。

このことからT-N、T-Pの除去が現段階では十分でないこと、およびT-N、T-Pに関しては放流量に対して十分に放流先の河川流量が確保されるべきであることが理解される。

第3表 一人1日当たりの生活排水の計画原単位と処理水放流基準

	負 荷 量	濃 度 (mg/l)	放流基準濃度 (mg/l)
汚水流入量	300 l	—	—
BOD	60 g	200	20
SS	60 g	200	20
T-N	13 g	43	20
T-P	2 g	7	4



第11図 集落-処理場-河川の系統図

結 論

今回の調査から、鳥取県の農村地域を流れる小河川の水質は総じて良好であることが示された。また、これらの小河川を汚水処理水の放流先として活用する場合、施設のT-N, T-Pの処理能力によっては放流量に注意を要することが明かとなった。

謝 辞

なお、本調査に当たっては鳥取県農村整備課、鳥取県

土地改良事業団体連合会、鳥取大学学部専攻生に大変お世話になった。これらの方々の協力なしにはこの調査を実施することは不可能であった。ここに深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 廣松毅, 田中明彦, 常盤洋一, 木暮睦: ロータス1-2-3による統計入門, 朝倉書店, 東京(1993) pp.65