

生活排水の河川環境への影響と周辺住民の認識

STUDY ON THE INFLUENCE OF DOMESTIC WASTEWATER ON THE RIVER ENVIRONMENT AND RESIDENTS' PERCEPTION ABOUT THE RIVER ENVIRONMENT

和田 安彦*・三浦 浩之*・森兼政行**

Yasuhiko Wada *, Hiroyuki Miura *, Masayuki Morikane **

ABSTRACT ; To improve water quality in the urban river which is polluted by domestic wastewater and non-point pollution loads, we must purify the domestic wastewater with sewerage system or household wastewater treatment tanks and we make self-purifying function active in the river. In addition, to reduce pollutants in the domestic wastewater, pushing citizens' actions for domestic wastewater reduction and an improvement their life-style are also needed. We carried out a questionnaire survey on the residents' perception about the river which flows in the neighborhood of their residences and their actions about a domestic wastewater reduction. Also we examined the influence of the domestic wastewater on the river environment with the simulation system for water quality control in the river basin. Furthermore, we estimate water quality in the river when above-mentioned several domestic wastewater treatment facilities are constructed in the river basin. From the result, we made the "Direction for practice of the domestic wastewater treatment plan" clear.

KEYWORDS ; River Environment, Domestic Wastewater, Residents' Perception, Sewerage, Household Wastewater Treatment Tank

1. はじめに

水質環境基準の達成率が低い湖沼や内湾等の閉鎖性水域や下水道整備が遅れている都市内の中小河川における水質汚濁の主要因の一つが生活排水である。特にし尿以外の生活雑排水を未処理放流している家庭は全体の半数を占めており、水質汚濁の大きな要因である。このため、全国で生活排水対策重点地域の指定がなされ、生活排水対策推進計画の策定が行われている。計画においては、ハード面では下水道、農業集落排水施設、コミュニティ・プラント、合併処理浄化槽等の生活排水処理施設の整備が行われ、ソフト面では市民参加の生活排水浄化対策の推進やライフスタイルの改善等が行われている¹⁾。

本研究では、このような生活排水対策推進計画をハード、ソフト両面より有意義なものとするために、汚濁の著しい都市内中小河川を対象に、その水質汚濁要因の定量的な解明と各種生活排水処理施設の整備効果の評価を行った。生活排水処理施設としては、閉鎖性水域の富栄養化防止、水源水域の水質保全を考慮して、従来より整備が進められている合併処理浄化槽、下水道に加えて、窒素とリンまでを除去対象とする高度処理の合併浄化槽も検討した。また、流域住民の河川環境に対する意識と日常の生活排水に対する配慮の実態等について検討した。これにより、生活排水対策推進における一つの方向を明らかにした。

* 関西大学工学部土木工学科 Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kansai University

** 中央復建コンサルタンツ(株) Chuo Fukken Consultants Co.,LTD.

2. 対象流域と河川環境の現況

対象河川流域は都市近郊農村に大規模住宅地が建設されたH川流域である。河川上流域は山地であり、中流域から下流域にかけて住宅が密集している。下水道は未整備であり、単独浄化槽を設置している家屋が全体の約6割を占め、1割強が合併処理浄化槽を設置している。全体の9割は生活雑排水を未処理放流している。流域の概要を表－1に示す。H川の本川3地点（A、E、B）及び支川2地点（C、D）において1994年6月から10月の期間に延べ6回の河川流量、水質調査を実施した（流量は電磁流速計による流速値とメジャーによる水深値より測定）。対象流域と調査地点の位置を図－1に示す。大半の住宅地はA点よりE点の間に位置している。6回の調査結果には季節的な変動や調査時刻による差異は見られなかったため、河川流量と水質の平均値を用いて流下方向の変動を図－2に示す。A点～E点の区間で河川流量は急激に増加し、河川水質もBODで8mg/l程度、CODで9mg/l程度まで悪化している。T-N、T-Pについてもほぼ同様の水質変動状況である。対象河川は生活排水（生活雑排水、浄化槽排水）の流入により水質が悪化している典型的な都市内中小河川である。なお、E点より下流で河川流量が減少しているが、これは河床への浸透によるものと考えられる。



図－1 対象流域と調査地点

表－1 対象地域の概要

流域面積	1,080ha
土地利用	
山地	78.4 %
農地	4.2 %
宅地	10.3 %
道路	1.6 %
公共用地	1.1 %
水系	0.4 %
その他	4.0 %
人口等	
人口	13,333 人
人口密度	12.3 人/ha
世帯数	4,368 世帯
排水処理設備等	
単独処理浄化槽人口	7,898 人
合併処理浄化槽人口	1,600 人
下水道整備人口	0 人
汲み取り他	3,835 人

3. 河川水質汚濁要因の解明と生活排水処理施設整備効果

対象河川の水質悪化の要因を定量的に把握するため、流域水環境評価シミュレーションを行った。

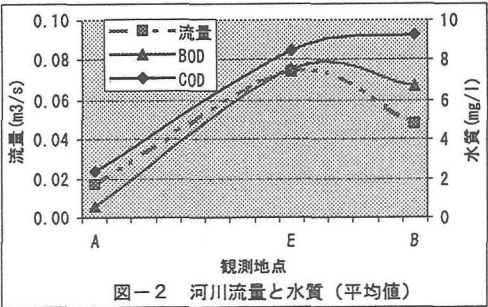
3.1 流域水環境評価シミュレーションシステム

当システムは河川流域の諸条件（土地利用、居住人口など）をメッシュデータとして取り扱い、現状及び各種生活排水処理施設を整備した場合の河川流量、水質を予測するものである。特に、雨天時のノンポイント汚染源負荷の流出現象を、筆者らが研究してきた晴天時堆積モデルと雨天時流出モデル^{2), 3)}を用いて定量評価している。このため、ノンポイント汚染源負荷堆積量の先行晴天日数による違いや降雨量・降雨強度に影響される堆積負荷量の流出状況等^{4), 5)}について考慮している。

本システムの概要を図－3に示す。負荷流出過程を流域と河川とに分けて考えている。流域においては土地利用状況や下水道整備率などの詳細なデータが扱いやすいようにメッシュ法を適用し、各メッシュ毎に発生水量・負荷量を算出し、汚濁負荷の河川への流下過程における自浄作用による減少は「メッシュ負荷低減率」により表現する。流下過程の自浄作用による負荷減少は有機物の分解過程を表す Streeter-Phelps 型の一次反応速度式を用いて表した。自浄係数kは汚濁物質濃度、流速、水温等との重回帰式⁶⁾により設定した。

$$k=0.0733\cdot C-0.26\cdot HRT-1.45\cdot V+0.126\cdot T+0.616$$

ここで、k: 自浄係数 (1/day)、C: 濃度 (mg/l)、HRT: 滞留時間 (hr)、V: 流速 (m/s)、T: 水温 (℃)



図－2 河川流量と水質（平均値）

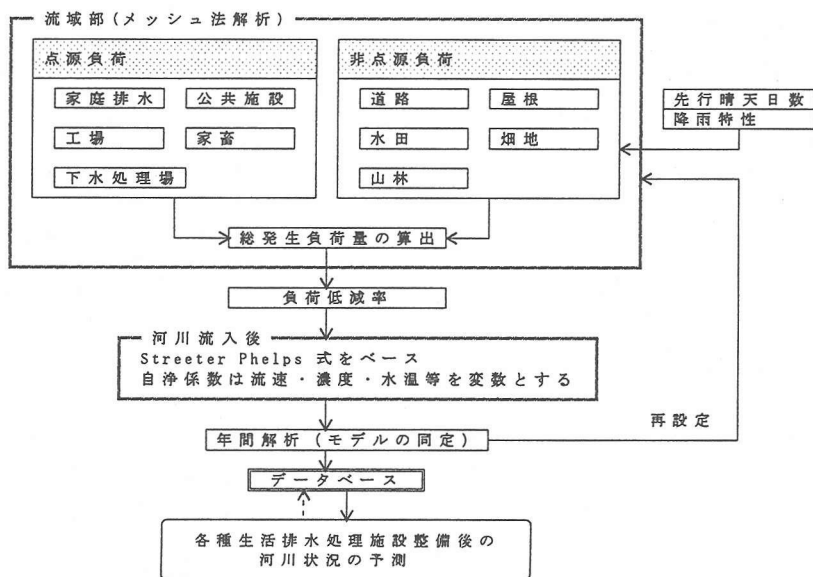


図-3 流域水環境評価シミュレーションシステムの構成

3.2 対象地域へのシステムの適用

(1) モデルの同定

流域部を一辺 250m のメッシュに分割し、河川はメッシュ間を通るように設定した。河川リーチ長はメッシュ長に対応させた 250m とする。

モデルの同定は 1994 年 6 月から 10 月にかけて行った 6 回の現地調査結果及び他地域における関連調査の結果に基づいて行った。モデルの同定項目は、①タンクモデル、②L-Q 式、③農地からの発生負荷量、④都市域からのノンポイント汚染源負荷量、⑤メッシュ負荷低減率であり、それぞれ個別に実測値と解析値が一致するようにパラメータの設定を行った。同定した負荷低減率を表-2 に示す。

(2) 現況シミュレーション結果

同定したモデルを用いて現況のノンポイント汚染源負荷を含む汚濁負荷の流出状況のシミュレーションを行った。図-4 は、年間にわたる流出シミュレーション結果より、ある特定日（調査日）を選択して河川流下方向の水質変化を表したものである。各測点間の水質変動を再現できており、同定したモデルにより対象河川環境の評価が可能である。

(3) 河川水環境への生活排水の影響

本システムを用いて、H 川の現況における平常時の流量、負荷量に占める生活排水（浄化槽排水含む）の割合を算定した。生活排水の河川流量、負荷量に対する寄与は高く、水量で 56 %、BOD 負荷量では 99 % が生活系に由来するものであった。したがって、本河川の水質を改善するためにはいち早い生活排水対策の実施が必要である。

(4) 生活排水処理施設整備による水質改善の予測

表-2 負荷低減率

	晴天時			雨天時		
	市街地・農地	山地		市街地・農地	山地	
BOD	0.72	1.00		0.88	1.00	
T-N	0.94	1.00		1.00	1.00	
T-P	0.91	1.00		1.00	1.00	

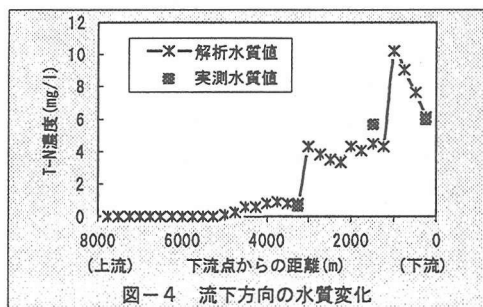


図-4 流下方向の水質変化

流域水環境評価シミュレーションシステムを用いて、本流域に各種生活排水処理施設を整備した場合の水質改善効果を解析した。検討したのは、①公共下水道、②合併処理浄化槽、③高度合併処理浄化槽、④高度合併処理浄化槽と公共下水道の併用の4ケースである。各ケースの放流水質等は排水基準値と実績値を参考に表-3に示すように設定した。対象流域では河川流量に対する生活排水量の比率が非常に高く、生活雑排水が未処理で流入していることなどにより急激に水質が悪化しているため、生活排水処理施設を整備すれば大幅な水質改善が期待できる。水質改善予測結果を図-5に示す。下水道を整備した場合、処理場放流水が流入するまではBODで2mg/l以下にできる。しかし、生活排水量の比率が高いことにより、放流水流入点では8mg/lまで悪化している。また、窒素、リンの放流濃度の高い従来型の合併処理浄化槽では、これまで流域外で処理されていた尿を流域内で処理・放流することにより、地点によってはかえって水質が悪化する。したがって、合併処理浄化槽では処理水質の高度化を図ったものでないと、今回対象としたような生活排水により水質が大きく悪化している河川の水質改善は行えない。

4. 住民の評価と認識

(1) 調査内容

実際の河川水質と住民評価との関係及び河川環境と生活排水に対する配慮の関係について調査した。H川周辺住民を対象に、質問票により戸別訪問形式で回答を回収した。訪問は河川に接する地域の住民すべてに対して行った。また、比較のため河川水質等の状況の異なる同規模の4つの都市内中小河川についても同様な調査を実施した。調査概要を表-4に示す。

(2) 河川水質と住民評価との関係

H川周辺住民の河川水質と水環境（透明度、ゴミの有無、におい、生物）に対しての評価を示したのが図-6である。水質に関しては

70%以上の人が悪い（「悪い」、「やや悪い」）と評価しており、「良い」と評価している人はいない。

表-3 排水水質等設定値

	放流水濃度 (mg/l)		
	BOD	T-N	T-P
①公共下水道 (高度処理)	10	12	1
②合併処理浄化槽	20	15	3
③高度合併処理浄化槽	10	10	1

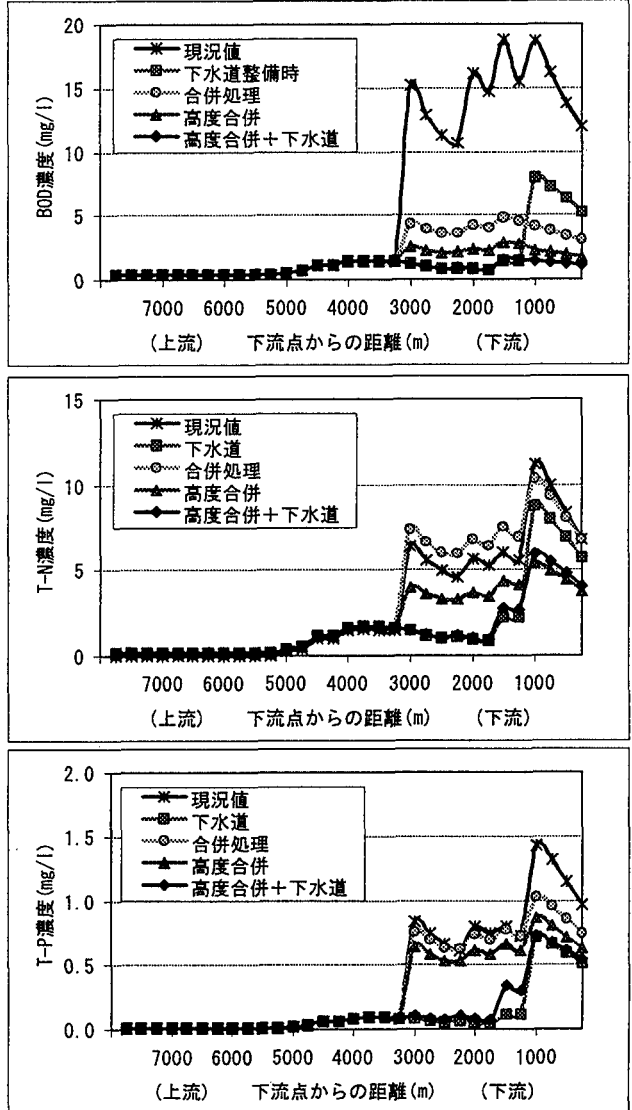


図-5 各種生活排水処理施設整備時の水質改善

表-4 回答者の属性

場所	回答者数			世代別回答者数									
	女性	男性	合計	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代	不明		
H川	51	29	80	2	2	15	22	20	9	10	0		
S川	42	23	65	6	10	12	17	9	10	0	1		
A川上流	60	30	90	5	9	15	23	16	7	4	11		
O川	40	18	58	1	2	6	18	14	6	10	0		
A川下流	64	25	89	4	14	19	24	14	7	5	2		

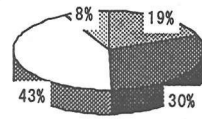
水の透明度を低いと評価した人は80%（「低い」「やや低い」）、においが臭いと感じている人は36%（「臭う」「やや臭う」）、「ゴミが多い」と考えている人は65%（「多い」「やや多い」）と多く、生物については「少ない」という評価が多い。このように、周辺住民はH川の水質、水環境が悪いことを十分認識している。

特に「透明度」「ゴミ」のように視覚的評価指標の評価が低くなっている。これは河川利用者の河川環境評価が透視度と相関を持つという報告⁷⁾と一致している。図-7は他の都市近郊地域内を流下する中小河川周辺4地域において、H川と同様に水質に対する住民の評価を調査した結果と各河川のBOD濃度（年平均値）との関係を示したものである。図中の帯グラフは住民の水質に対する評価結果を、折れ線グラフは各河川のBOD濃度を示している。ここで河川によって回答の選択肢が異なっているため、「やや良い」は「普通」に、「やや悪い」は「悪い」に含めた。BOD濃度が高くなるにつれ水質が良いという評価が減り、悪いという評価が増加する傾向が現れている。周辺住民の河川の水環境に対する評価は実際の水環境を反映したものとなっている。

(C) 河川環境と生活排水に対する配慮の関係

図-8に実際の生活排水処理状況を、図-9に「トイレの排水はどう処理されていますか」という質問に対する回答の割合を示す。H川流域は下水道未整備地域であるにも関わらず、トイレ排水を下水道により処理していると回答した人が全体の15%にも達している。くみ取りであることを認識していない

＜河川水質の評価＞



■ やや良い ■ やや悪い □ 悪い □ わからない

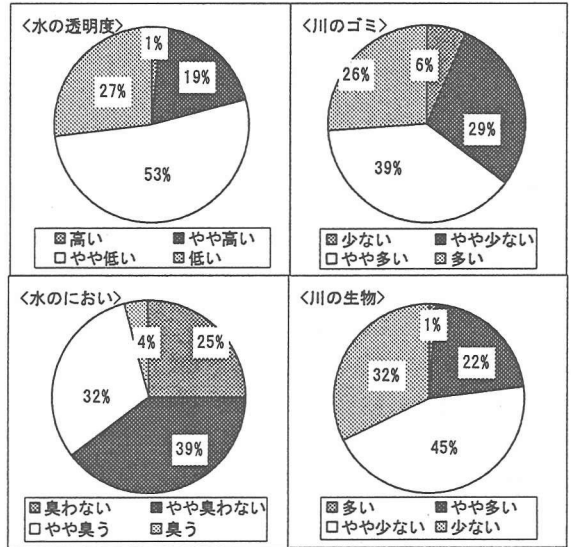


図-6 周辺住民の河川水質と水環境に対する評価

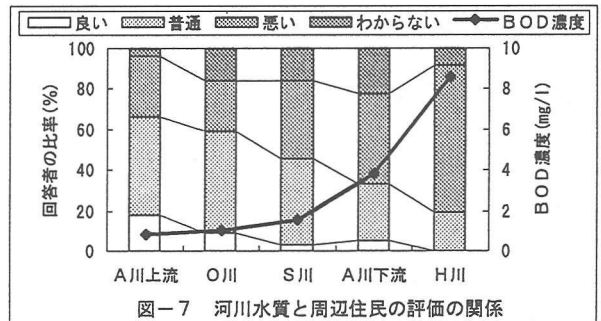


図-7 河川水質と周辺住民の評価の関係

■ 下水道 ■ 合併処理浄化槽
□ 単独処理浄化槽 □ し尿くみ取り式

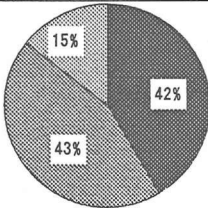


図-8 処理施設整備状況

■ 下水道 ■ 浄化槽
□ くみ取り □ 知らない

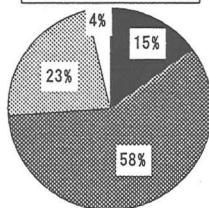


図-9 トイレ排水の処理

■ 下水道 ■ 浄化槽
□ たれ流し □ 知らない

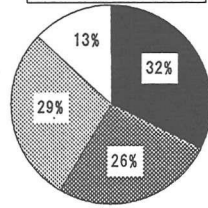


図-10 台所等の排水の処理

人はいないと考えると、浄化槽を設置している家庭の2割はトイレ排水が下水道により処理されていると誤認していることになる。図-10は「台所などの排水はどう処理されていますか」という質問に対する回答の割合を示す。実際には約6割の家庭がたれ流ししている状況であるにも関わらず、1/3の住民は下水道により処理されていると間違っ理解している。トイレが水洗化されていることで生活雑排水も同様に処理していると勘違いしている。

全国の環境モニターを対象に生活排水と河川環境の関わりについて調査した結果⁸⁾では、ほとんどの人が河川の水質汚濁に対して生活排水が影響を与えていると認識していること、居住地周辺の河川が汚れていると感じている人ほどそのように考えている人が多いことが明らかにされている。これに対して、本調査結果では、自分たちの排水がどのように処理されているか、あるいは処理されていないかを正確に認識していない人が多く、生活雑排水がH川の水質汚濁の原因となっているという認識度は低いものであった。この認識の差は、環境庁の調査が環境に対して比較的関心の高い環境モニターを対象としたものであるのに対して、本調査は特に環境に対しての関心が高いわけではない一般住民を対象としていることにある。すなわち、一般住民の自己の生活と環境との関わりに関する認識はまだ不十分である。

5. 河川水環境改善のための対策

対象河川の水環境改善には「流入生活排水負荷の削減」が必須事項であり、具体的にはシミュレーション結果より公共下水道あるいは高度合併処理浄化槽が有効であった。しかし、このようなハード面の整備にはある年月が必要である。また、生活排水の影響を認識している人ほど家庭の台所等

でできる汚濁負荷削減対策を実施していることが報告されている⁸⁾。また、河川環境改善運動に取り組むことにより、水辺に対するイメージが著しく向上することも明らかにされている⁹⁾。したがって、まず、当面の対策として周辺住民の生活排水に関する認識の深化と日常的な生活排水対策実施を促進すべきである。例えば、日頃の生活において調理、後片づけにおいて、汚濁物質をなるべく河川に流さないような工夫を促すことである。

先のシミュレーションシステムにより、この様な住民の日常的生活排水に関する配慮（①料理の残り汁を直接流さない、②古くなった油を直接流さない、③皿の汚れの拭き取り、④米の研ぎ汁の植物への散布等）を実施した場合の水質改善予測を行った。具体的には、これらの配慮により生活雑排水のBOD排出原単位が30g/人/日から19.5g/人/日に減少するとした。実施効果は図-11に示すように大きくないものの、日頃の生活を見直すことにより確実に河川水質を改善できることが表れている。

対象とした既に著しく汚濁の進行したH川の周辺住民は、河川の汚濁の要因が自分たちの日常生活から排出される汚濁物質にあるという認識が少なく、また、あえて河川環境を改善しようという意識も希薄であった。すなわち、身近にある河川を環境資源として意識していない。これに対しては図-12の左側に示す環境と生活との関わり方の悪循環を断ち切る必要がある。そのためには、右側に示すハード面での環境整備とソフト面での環境配慮型の生活の啓蒙を進め、河川環境に関する好循環を生み出すことが必要である。

まず第一歩は、周辺住民の自らの生活と河川環境との関わりを啓蒙することであり、これにより、日常生活における生活排水対策を進める。また、これと並行して生活排水処理施設の整備を進めることである。

6. まとめ

本研究では、下水道未整備地域のH川流域を取り上げ、「流域水環境評価シミュレーションシステム」

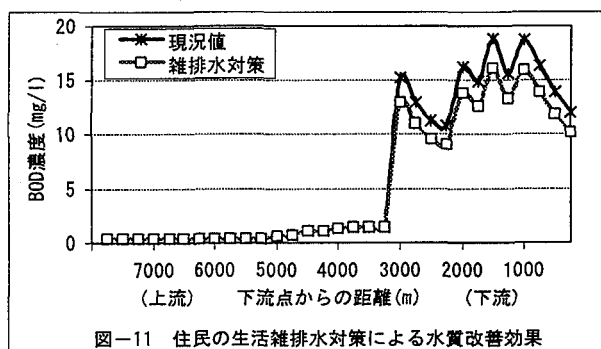


図-11 住民の生活雑排水対策による水質改善効果

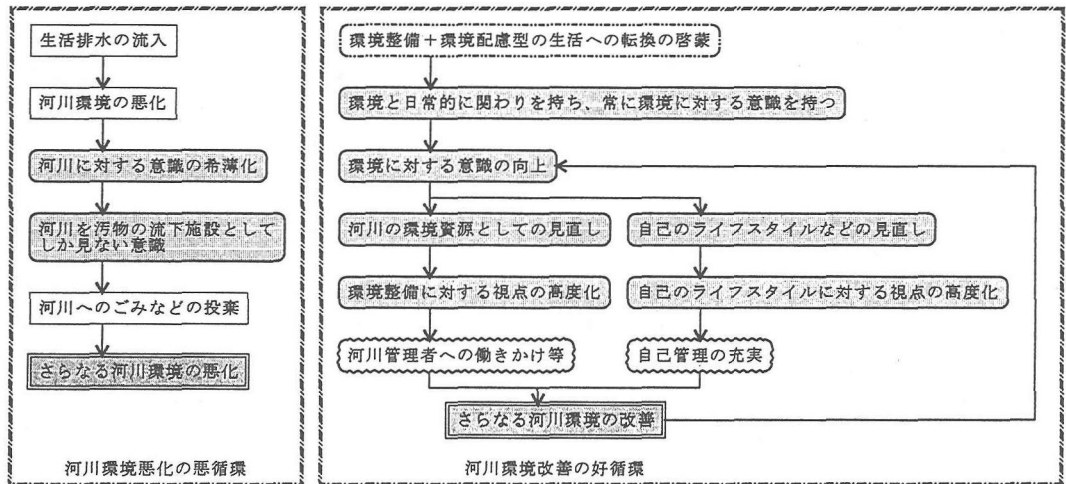


図-12 河川環境改善のための好循環の創出方策

を用いることにより、対象河川の水質悪化の要因が生活排水にあることを定量的に明らかにした。また、水質改善には窒素、リンを除去できるタイプの生活排水処理施設の整備が効果的であることを示した。流域内の住民の河川環境に対する意識と日頃の生活についても調査し、H川流域では河川汚濁の主要因が生活排水であるにも関わらず、住民の認識度が低く、水質悪化に拍車をかけていることが明らかとなった。したがって、河川水環境改善には、ハード面の整備はもちろん、住民の河川環境と自らの生活との関わりの認識の深化や日常的な生活排水への気配りといったソフト面の対策の推進も重要であり、ソフト面の具体的な対策に向けた検討も今後積極的に行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 松尾：環境庁生活排水対策の推進について，月刊生活排水，Vol.14，No.154，pp.1-7，1994.
- 2) 和田安彦・三浦浩之・長谷川健司：都市域の堆積汚泥の含有負荷特性とその定量化（1），下水道協会誌，Vol. 27，No. 309，pp.38-47，1990.
- 3) 和田安彦：非点源における路面堆積負荷の定量と流出シミュレーションに関する研究，第17回土木学会衛生工学研究討論会，1981.
- 4) 和田安彦・三浦浩之：都市化した中小河川の水質に及ぼす下水道等整備効果のモデル解析，土木学会論文集，No. 429/ II-15，pp.97-105，1991.
- 5) 和田安彦・三浦浩之：下水道整備と浄化槽整備の水環境への影響の比較研究，浄化槽研究，Vol.6，No.2，pp.17-25，1994.
- 6) 大久保卓也，村上昭彦：重回帰分析による水路・河川における晴天時浄化率の予測，用水と廃水，Vol.35，No. 5，pp.16-22，1993.
- 7) 島谷幸宏・保持尚志・千田庸哉：親水活動と河川水質に関する研究，環境システム研究，Vol.20，pp.378-385，1992.
- 8) 環境庁：「生活排水について」の調査結果，月刊生活排水，Vol.13，No.146，pp.5-15，1993.
- 9) 橋本孝一・江尻勝紀：住民意識から見た河川環境の評価，環境システム研究，Vol.21，pp.223-228，1993.