

農村地域を対象とした広域水質管理計画のケース・スタディー (諏訪湖宮川上流域)

沖野外輝夫*, 渡辺義人**, 古畑和五郎***

A case study of the regional water environment managing plan in the farm area
(The upper region of River Miyagawa, Suwa district)

Tokio OKINO, Yoshito WATANABE, wagoro FURUHATA

近年、農村部の都市化および農産物生産力の向上にともない、農村地域の中小河川においても部分的に水質の悪化している例が多く見られるようになってきている。これらの中小河川は下流部の水源であるばかりでなく、同じ地域の農業用水としても利用されており、その水質の悪化は農業自身にとっても多くの問題を含んでいる。さらに、身近に流れる河川水質の悪化は農村の生活環境としても好ましいものではない。その他にも、下流部に湖沼、内湾などの閉鎖性水域をかかえる地域では、これらの中小河川を經由して農業地域から流入する栄養塩が水界の富栄養化の原因の一つとして挙げられる場合が多く見られる。以上の現実と、社会的背景から、食糧生産の場としての特性を持つ農村地域についても、その特性に即した地域環境計画が今後必要になるものと考えられる。

そこで、富栄養化のいちぢるしい諏訪湖をかかえる諏訪圏域の農村地域にモデル地域を設定し、一つのケース・スタディーとして、農村地域における水質を中心とした環境管理計画の立案を試みた。

諏訪湖の富栄養化は諏訪湖集水域から窒素、磷などの栄養塩が日夜多量に流入することによって促進されていることについてはすでに明らかにされている。このうち、農村地域を原因とするものは主に窒素成分であり、その量は諏訪湖がもっとも富栄養化が甚だしかった1970年代にあっては年間総流入量1,214 tonの22.7%に相当するものと推定されている(長野県, 1975; OKINO, 1982; SATOH, IIDA and OKINO, 1984)。本報告においてモデル地域とした宮川上流域は、諏訪湖集水域の中でもっとも農耕地が多く、工業および観光関係の施設がほとんど含まれていない地域である。この地域を対象として、地域内での水質管理をどのようにすれば農村地域としてのより良い生活および生産環境が維持できるかを検討した。

より良い農村の生活環境の目標水質は、生活環境としての水質を満たすとともに、農村の基盤となる農業用水の基準をも満たすことが必要である。さらに、下流部にひかえる閉鎖性水域の富栄養化を抑制するために、極力対象地域内から流出する富栄養化原因物質の総量を減量する対策が盛込まねばならない。

そこで、目標水質としてはすでに定められている「生活環境の保全に関する環境基準(河川・湖沼)」と、モデル地域の立地、内容を考慮し、環境基準の河川類型A(pH; 6.5~8.5, BOD; 2ppm以下, DO; 7.5ppm以上, 大腸菌群数; 1,000MPN/100ml以下)に相当する水質を目標とした。農業用水については、農林省より昭和45年に水稻に対する暫定農業用水基準(pH; 6.0~7.5, COD; 6ppm以下, SS; 100ppm以下, DO; 5ppm以上, T-N; 1ppm以下, Ec; 0.3mho/cm以下)が提示されている。この基準と環境基準を比較すると、環境基準に指定のないT-NとEc以外は環境基準の方が厳しい内容となっている。すなわち、環境基準の河川類型Aが満たされれば、T-Nを除いて農業用水(水稻)基準をも満たしえることを意味している。しかし、T-Nについては新たに目標値を設定する必要がある。本報告で対象としている地域の河川のT-N濃度は0.76~4.17ppmであるが、その成分としてはNO₃-Nが多く、NH₄-Nはほとんどが0.1ppm以下で、0.4ppmを超えることはまれにしかない。そこで農作物への影響を配慮して、T-Nの目標値を暫定的に2.5ppm、ただし、NH₄-Nが1.0ppm以下とした。有機物汚染の指標として環境基準ではBODをその項目として指定している。しかし、本報告が対象としている農村地域の河川はBODが1ppmを目標値としていることから明らかなように、有機物汚染度の低い地域である。さらに、BODが2ppm以下の場合には分析

* 信州大・理学部

** 信州大・繊維学部

*** 長野県総合農試

法上にも問題があるので、同地域の有機物汚染項目としてはCODを用いるほうが良いと考えられる。そこで、 $COD/BOD = 2/1$ とし、有機物汚染度は $COD ; 4 \text{ ppm}$ 以下を目標値としている。以上の水質を生物指標に置換えて表現するとすれば、トビケラ、カゲロウが底生生物の主体となり、ヒルの見られない程度の河川状態といえることができる。本報告では、各用語を括弧内のように定義して用いている。発生負荷量（原単位 \times （人口，頭数，面積）），流達負荷量（発生負荷量 \times 流達率），流入負荷量（区間内増加量），流出負荷量（ある地点での通過量）。

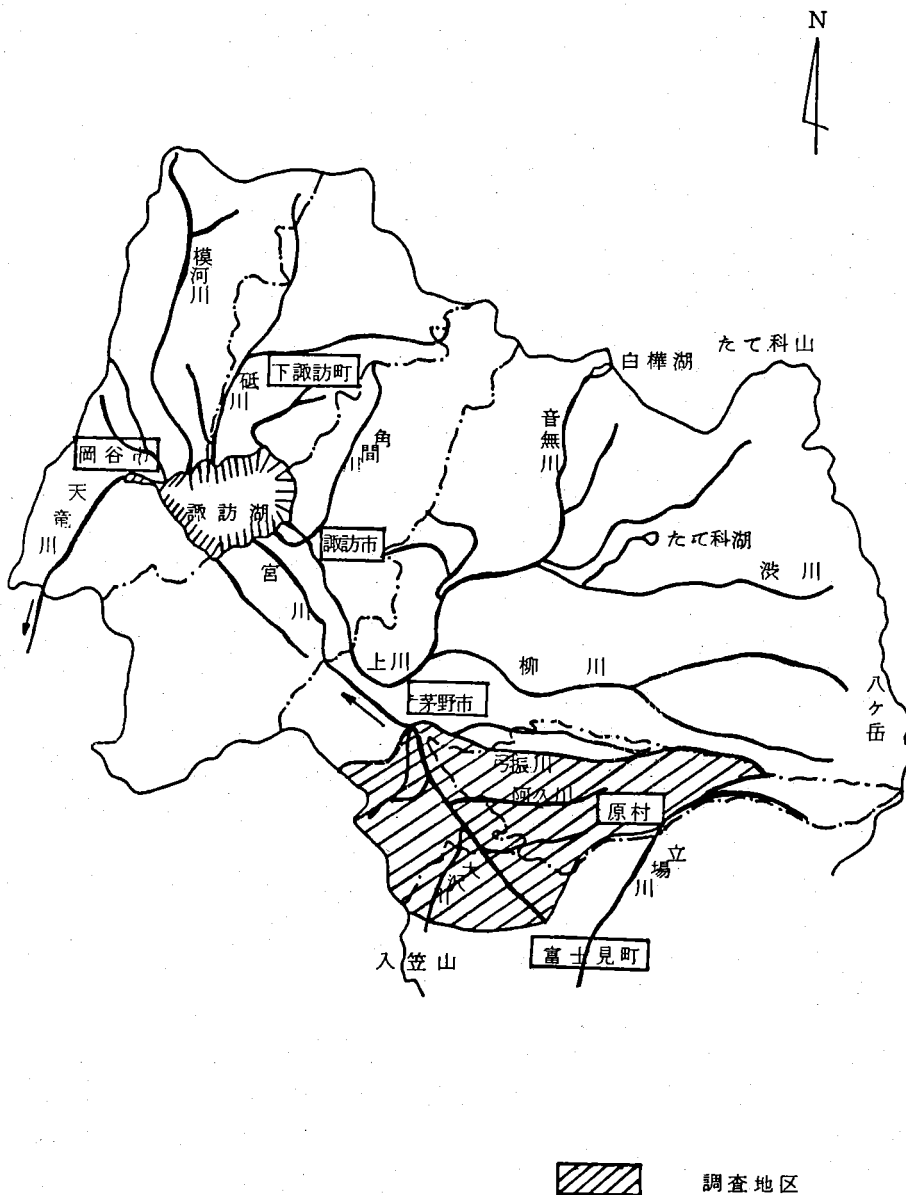


図1 調査地区位置図

1. モデル地域の概要と現状

モデル地域は図1に示すように、諏訪湖へ流入する主要な河川の一つである宮川の上流域、6,218haである。土地利用から見ると、そのうちの3,577ha(57.5%)は森林で、農耕地は1,933ha(31.1%)、宅地、道路を含むその他が708ha(11.4%)となっている。農耕地における水田の割合は52.2%、畑は45.1%であり、畑ではセロリ、

レタス、カンラン、ホーレンソウなどの高原野菜と花卉が生産の主力となっている。

モデル地域の範囲は、水質、水量の把握が可能な坂室地点を宮川最下流地点とし、これより上流の流域を左、右岸それぞれ3ブロックの、計6ブロックに分割して発生負荷量の算定、削減対策の策定を行なった(図2)。

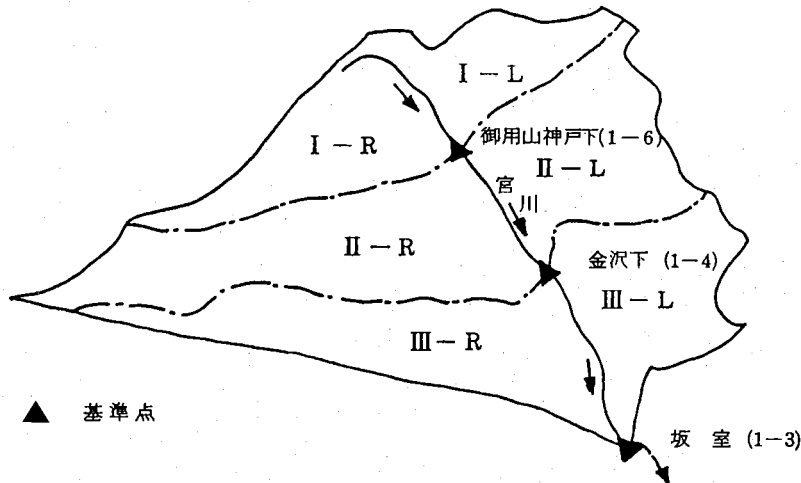


図2 宮川上流域計画ブロック分割図

この地域は、八ヶ岳南西麓の諏訪郡原村の扇状大裾野を主要な地域とし、標高780~2,130mの範囲に分布している。八ヶ岳連峰から西向に諏訪盆地の方向へ3/100~4/100の勾配で緩く傾斜し、宮川本流に向かって小丘陵が走り、その凹地に沿って小支川が流下、宮川に合流している。耕地の大部分は火山灰に由来する黒ボク土で、宮川沿岸のみが灰色低地土である。この地域の年平均気温は9.4℃(昭和54年の月平均気温:-1.8~20.9℃)で高冷地にあり、かなりの積雪もある。平年の年間降水量は1,377mmで、我が国の平均降水量に比較するとかなり少ない。

モデル地域内に居住する人口は、8,930人で、この地域の主要な地域を占めている原村は農業を基幹産業とし、一次産業に就業する者が、全体の44.3%となっている。

図3に昭和50年以後に行なわれた水質調査の結果をもとにして、各河川の水質と水量の平均値を示した。水量についてこれまでの実測値の平均値が図中に示されているが、星川・松田(1981)が同地域を対象として水収支特性から算出したものと比較すると、宮川本流の1-3地点では1.7倍、1-4地点で1.8倍、そして1-6地点で1.1倍と計算値が実測値を上回っている。

2. 発生源別原単位と流出負荷量の現状

降雨および森林、農地からの窒素と磷の流出負荷量については、モデル地域内での実測値から算出している。

水田からの窒素、磷の流出を入水時から収穫期までの一筆水田での実測値をもとにして計算すると、1日当たり窒素35.8kg/ha、磷は0.5kg/haとなる。これは施肥量の27.1%と0.9%にそれぞれ相当する。一方、同地域の水田群を対象として、その区間を流れる小水路の水質の実測値から計算すると、窒素は施肥量の16.9%、磷は2.1%となった。本報告では、地域の複合的な結果を反映していると思われる水田群の結果を水田からの流出量算定の原単位として用いることとした。

畑からの窒素、磷の流出が大きいことはすでに指摘されていることであるが、地下水の流量、流向などの把握が困難であることから実測はできなかった。そこで、水田群の考え方と同様にして、水田と畑が複合している地域を対象とし、その地域を流れる小水路の水質の変化をもとにして算出し、そこから水田分の流出量を差引いた残りの分を畑地からの負荷とし、流出原単位を算出した。その結果、畑地からの流出は施肥量の窒素では34.8%、磷では0.5%となった。

水田、畑地からの流出量を、他の地域のものも含めて

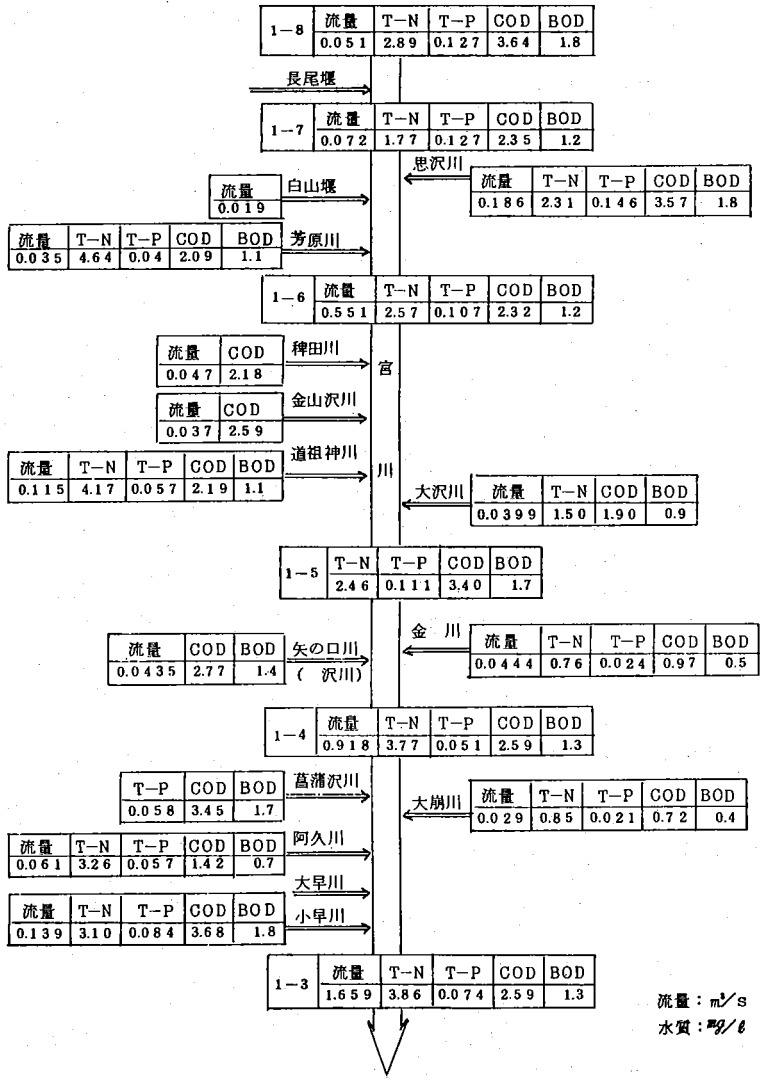


図3 宮川上流域のモデル地区の水質、水量の現況

整理すると、表1のようなになる。モデル地域での畑地か

表1 農地からのN.P流出量報告例 (g/ha/日)

調査地区又は報告者	農地の種類	N	P
中国・四国地区	水田	53.0	0.9
	畑・樹園地	97.8	1.02
霞ヶ浦地区	畑	51	施肥量 ×0.207
	樹園地	184	
琵琶湖地区	水田	85	5.0
	畑	311	4.8
国松(1978)	畑	126.6	9.9

らの窒素流出248g/ha/日は、琵琶湖地区の311gに比較すると少ないが、他の地域に比べると大きい。モデル地域の環境特性と営農特性からみて、窒素流出の大きいことがこの地域の特性と考えることができる。

モデル地域での降雨の水質は窒素(T-N)では067~2.37ppm、磷は0.026~0.20ppmであり、平均値は窒素1.3ppm、磷0.099ppmとなった。これらの水質をもとにして単位面積当たりへの負荷量を計算すると窒素は36.5g/ha/日、磷は1.4g/ha/日に相当する。ここで、降雨量としては原村高冷地試験地の5年間の平均降雨量1,350mmを用いている。比較のために他の地域の測定例

表2 降雨からのN.P負荷量調査例 (g/ha/日)

調査地	(調査年次)	TIN	TN	PO ₄ -P	TP	報告者
東京都北区西ヶ原	(1974)	15.8	-	-	-	農 技 研
神奈川県平塚市	(1965 ~ 1967)	-	83.7	-	-	神奈川農試
愛知県東郷町	(1974)	12.2	22.6	0.85	1.29	愛知県農試
滋賀県大津市北部	(1974 ~ 1975)	17.9	22.0	0.08	0.68	滋賀県公害センター
" 南部	(")	23.5	31.9	0.77	1.78	"
" 新旭町	(")	15.3	31.0	0.05	0.60	"
山口県宇部市	(1974)	-	68.3	-	10.8	中西, 浮田
琵琶湖・南湖	(1977)	-	37.4	-	1.24	"
" 北湖	(")	-	32.1	-	1.48	"
瀬戸内海全域	(1973 ~ 1975)	-	29.6~37.5	-	0.74~0.91	"
諫 早 湾	(1976)	-	17.3	-	1.73	"
西 瀬 戸	(?)	-	34.1	-	1.10	"
長野県諏訪郡原村	(1977)	23.7	36.5	-	1.4	渡辺, 沖野
霞ヶ浦流域水田	(1974 ~ 1976)	-	16.7~35.1	-	0.27~1.37	高村, 田淵
山林地域						
京都市上賀茂	(1961 ~ 1963)	17.6	-	-	15.3	丸山, 岩坪, 堤
静岡県磐田市	(1962 ~ 1963)	16.2	-	0.11	-	伊藤, 稲川, 佐敷
滋賀県大津市上田上桐生町	(1968 ~ 1969)	14.8	-	1.73	-	西村 (10)
New Hampshire (U. S. A.)	(1963 ~ 1974)	16.1	-	0.1	-	G. E. Likens

を含めて表2に示した。

森林からの流出量の算定は水田群の場合と同様に、小河川の水質の実測値をもとにして行なっている。結果として、窒素は9.8 g/ha/日、磷は0.32 g/ha/日となり、これは、同地域の森林に降雨によって持ちこまれた窒素、磷のそれぞれ27%、23%に相当するものとなる。これは森林の環境浄化機能の一面を示すものでもある。表3に森林からの窒素、磷の流出原単位の例を示した。

農村集落雑排水からの汚濁負荷量はモデル地域での実測値をもとにして、表4のように設定した。これらの値は都市部のものに比較するとやや低いが、農村地域の特性としてそのまま採用することとした。

表3 森林からのN.P流出量報告例

	N	P
中国・四国地区	14.7	0.14
霞ヶ浦地区	8.4	-
琵琶湖地区	7.06	0.37
京都(アカマツ林)	1.64	0.33
大津(広樹林)	4.4	1.4
Hubbard Brook(U.S.A.)	4.4~8.2	-
OECDレポート	2.7	0.27
岩井ら(1975)	7.06	0.37

表4 集落排水(雑排水)の発生負荷原単位(g/人/日)と排水量(L/人/日)

地域名または報告者	Cl	BOD	COD	N	P	排水量
諏訪郡原村(本報告で用いた数値)	5.0	27.8	18.0	1.2	0.52	100
長野県伊那地方	9.5	28.3	20.1	2.4	0.5	100
長野県佐久地方	-	14.5	-	1.3	0.63	175
茨城県八千代町	-	28.4	19.4	7.1	0.96	-
建設省	-	31.5	15.5	3.0	0.8	-
兼子ら(1977)名古屋市	-	30.5	12.2	1.16	0.68	100
浮田ら(1978)	-	-	-	1.49	0.81	-

モデル地域内での畜産は全域で牛が967頭、豚643頭で、それほど多くはないが、これらの流出負荷原単位としては、牛の場合は窒素15.3g/頭/日、磷2.2g、豚では窒素が2.7g、磷1.2gとしている。

以上を総合すると、各発生源の流出原単位は表5のようになる。

次に、各ブロックごとの土地利用別面積、人口、家畜頭数をまとめると図4のようになる。各家庭でのし尿処理方法は全域で87%の家庭が汲みとりで、これらはモデル地域外に搬出され、処理されている。しかし、12%が

表5 各負荷原単位設定値

負荷源	単位	BOD	COD	N	P	
生活排水	雑排水	g/人/日	278	180	12	0.52
畜産排水	牛	g/頭/日	(640)	—	(290)	(50)
	豚	g/頭/日	(200)	—	(40)	(2.5)
			—	—	2.7	1.2
農地排水	水田	g/ha/日	—	—	51.9	3.4
	畑	g/ha/日	—	—	248	3.6
森林	g/ha/日	—	—	(34.3)	(0.5)	
降雨	"	—	—	9.8	0.32	
				36.5	1.4	

* 畜産排水の()内の数字は発生量、

** 農地排水の()内の数字は施肥量に対する流出量の割合

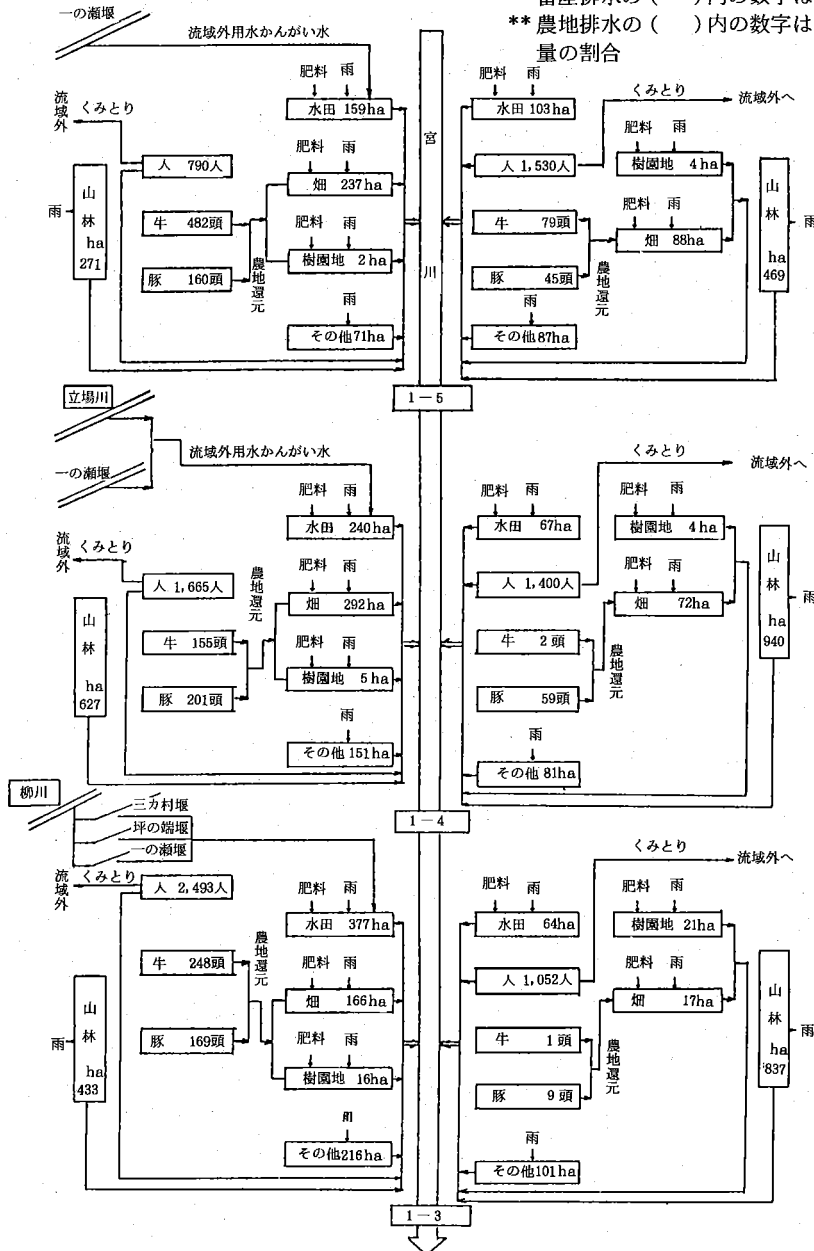


図4 宮川上流域モデル地域の汚濁負荷源と汚濁機構概略図

農地還元，1%ではあるが河川放流によって域内処理も行なわれているのが実情である（昭和57年現在）。家庭雑排水の場合は，農地還元，地下浸透などで一応処理を行なっているものは全域で7%であり，大部分は直接用

・排水路に放流している。家畜の糞尿処理の大部分は農地に還元されているので，表流水には直接の影響はないものとして処理されている。以上の内容をもとにして，各発生源ごとに流出負荷量をまとめると図5のようにな

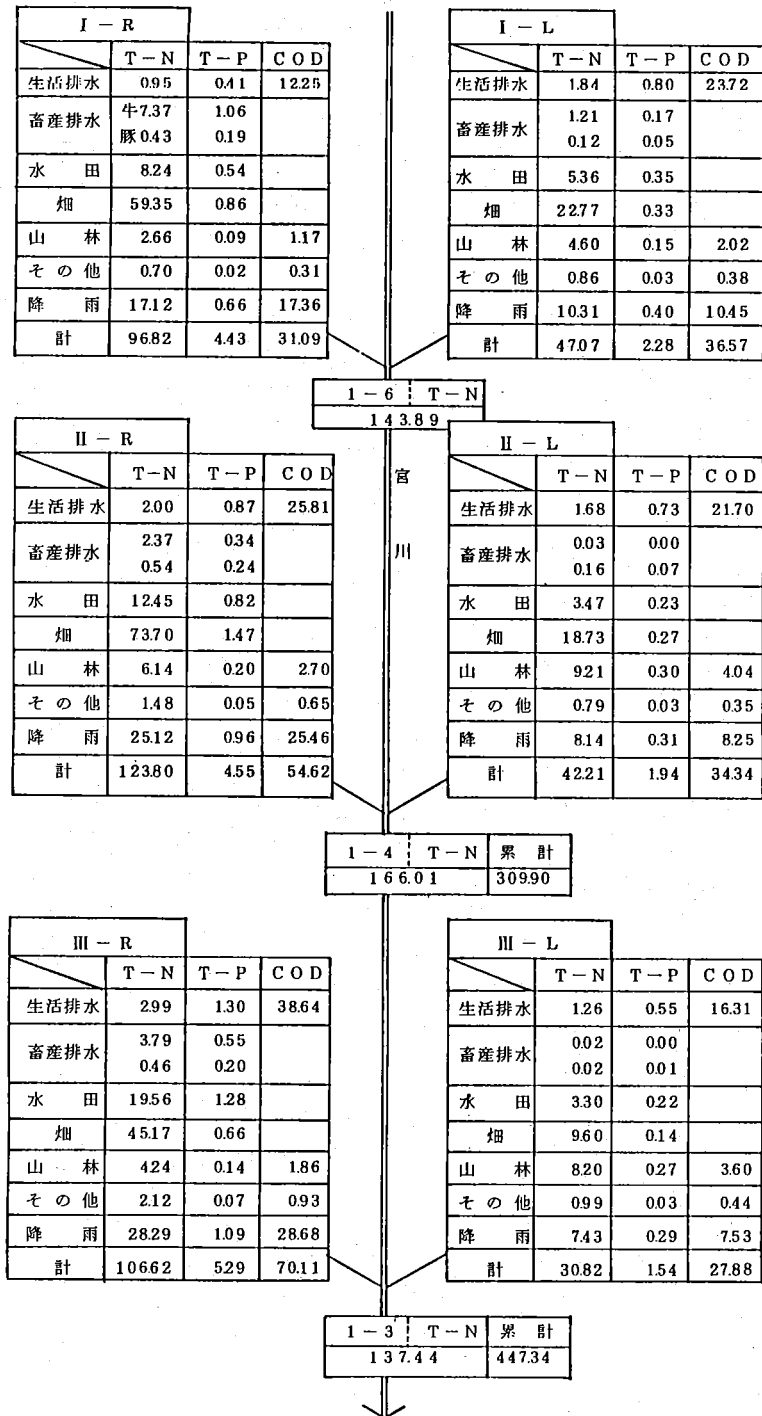


図5 モデル地域のブロック別，汚濁源別，流出負荷量の現況 (単位：kg / 日)

る。モデル地域へは4つの水路によって地域外から農業用水が流入している。これらの水量、水質から、地域外から持ちこまれる窒素、磷の量を算定すると、窒素は12.6 kg / 日、磷は1.2 kg / 日となり、これらの用水が直接関係するモデル地域右岸ブロックでの発生負荷量にたいして窒素では3.8%、磷は8.4%に相当している。

宮川本流に設けた3つの水質基準点を通過する窒素、磷の量を実測値をもとにして計算し、モデル地域での発生量と比較してみると、磷の場合には1-6地点では発生量の76%が通過、1-4地点は29%、1-3地点は52%と、その低減率が高い。しかし、窒素の場合にはモデル地域内で発生した量がそのまま通過している形となっている。すなわち、磷は河川に流出後なんらかの形で除去される部分があるが、硝酸態の形で流出する部分の多

い窒素は河川に流出後は除去され難いことを示唆している。

3. 汚濁負荷削減対策

宮川本流の基準点において水質の目標基準を達成するために必要な負荷削減量の算定は次のようにして行なった。CODについてはモデル地域最下流の1-3地点において、平均2.58ppmと目標の4ppmを現時点でも大きく下回っている。しかし、窒素は目標を2.5ppmとしたのに対して、実測平均値は386ppmと1.5倍の濃度となっている。そこで、モデル地域の特性としてモデル地域からの窒素の削減を第一に考えれば良いとした。そのことによって他の環境項目はさらに現状より改善する筈である。表6は1-3地点における窒素の目標水質とモデ

表6 流域ブロック毎のTN目標削減負荷量

流域ブロック	流入水量 (m^3 /日)	流入負荷量 (kg/日)	目標削減負荷量 (kg/日)
I R + I L (1-6地点まで)	47,606	総負荷量 122.3 自然 " 38.1 人為 " 84.2	37.4
II R + II L (1-6~1-4地点までの区間)	31,709	総負荷量 176.8 自然 " 25.4 人為 " 151.4	67.2
III R + III L (1-4~1-3地点までの区間)	64,049	総負荷量 254.3 自然 " 51.2 人為 " 203.1	90.2
全流域 (1-3地点まで)	143,364	総負荷量 553 自然 " 114 人為 " 439	195

註) 目標水質TN 2.5 ppm, 自然負荷源に由来するTN濃度0.8 ppm, 目標削減率44.4%として算出したもの。

ル地域全域で発生する窒素量から削減すべき必要量を算定したものである。削減量は人為発生源に由来する439 kg / 日の44.4%に相当するものであることがわかる。しかし、削減対象となりえる発生源のうち、適当な処理によって削減が可能な生活雑排水の占める割合は人為負荷の3%でしかなく、仮にこれが90%削減できたとしても、全体の2.7%の削減量でしかない。残りの41.7%の窒素の削減は農耕地関連の排水に対して行なうことが必要となる。そこで、各ブロックごとに人為負荷の44.4%を削減することを原則として、モデル地域の各ブロックに目標削減量の割当てを行なった結果が表6であるここで自然負荷源に由来する河川水中の窒素濃度は0.8

ppmとして計算されている。さらに、発生源別に削減割当てを行なうと表7のようになる。この結果をもとにして、各ブロックごとに、各発生源に適用可能な削減対策を検討することが次の課題となる。

(集落排水の処理)モデル地域ではし尿の大部分は汲み取りによって流域外に搬出、処理されているので、ここでは生活雑排水の処理が検討課題となる。一般に、農村地域の生活排水処理装置には次のような基本的条件を備えていることが望ましい。

1. 構造が単純で、建設費が安い。
2. 維持、管理が容易で、運転経費が安い。
3. 処理成績が常に秀れている。

表7 TNの各流域ブロックにおける負荷別目標削減量 (kg/日)

ブロック別 負荷量	1-6地点まで		1-6-1-4地点の区間		1-4-1-3地点の区間		全流域
	I-R	I-L	II-R	II-L	III-R	III-L	
水田	2.9	1.9	7.3	2.0	(20.5) 9.3	(3.5) 1.5	(38.1) 24.9
畑	20.6	7.9	43.0	10.9	(47.2) 62.6	(10.1) 12.8	(139.7) 157.8
畜産	2.7	0.5	1.7	0.1	(4.4) 2.0	(0.0) 0.0	(9.4) 7.0
集落	0.3	0.6	1.2	1.0	(3.2) 1.4	(1.3) 0.6	(7.6) 5.1
小計	26.5	10.9	53.2	14.0	75.3	14.9	
合計	37.4		67.2		90.2		195

注：()は畑負荷量修正前

4. 地形など、地理的条件に柔軟に対応可能な方式。
5. 負荷の変動に対応力がある。
6. 出来るかぎり資源再利用方式であること。

さらに、本モデル地域では次の条件が必要になる。

1. BODとともに、窒素の高率(70%以上)削減可能
2. 住居の散在地域と密集地域にそれぞれ適した処理方式であること。

現在、農村地域の集落排水の処理方式としては1)活性汚泥法による長時間バッキ方式、2)回転円盤方式、3)土壌式接触循環バッキ方式、4)接触酸化方式、5)循環式脱窒方式などがあり、BODについてはどの方式でも80~90%以上の高率で処理が可能である。しかし、窒素除去となると単独では良くても40%程度の除去率しか期待できない。わずかに5)の循環式脱窒方式が90%の高率で窒素除去が可能とされているが、雑排水のみを対象とした処理方式としては未だ実用化した例はない。そこで、本報告のモデル地域に対しては次のような組合せによる処理方式を提案した。

住居散在地域に対しては

接触酸化方式+水草池

住居密集地域に対しては

長時間バッキ方式+水草池

この組合せによれば前段階で40%の窒素除去が行なわれ、その処理水を水草池でさらに処理(70%除去)することで、全体として80%程度の窒素を除去することが可能である。水草による窒素除去に必要な池の面積は窒素の面積負荷と除去率の関係、汚水の滞留日数と除去率の関係から表8に示すような算定を行なった。ここで、池内での窒素の除去率は60%と見積り(渡辺,未発表)、最適面積負荷を3.2g/m²/日としている。雑排水の窒素発生負荷原単位は1.2g/m²/日を使用している。(農耕地対策)耕地は食糧生産の場でもあることから、施肥料の削減により生産性が低下するようでは現実性に

表8 水草による三次処理に要する池面積の推定

処理人口	100人		500人	
	0%	40%	0%	40%
二次処理で期待できるN除去率				
必要な水草池の面積	38m ²	23m ²	188m ²	113m ²

(注) 除去率60%,最適N面積負荷328/m²/日,雑排水のN発生負荷原単位12g/人,日とした場合の推算値

欠ける。そこで、生産性を維持、または向上するような効果を併せもつ対策として、水田には漏水防止対策がこの地域の特性から適している。この地域の水田における平均日減水深は30~50mmが現状であるが、これを平均して1/2にすることが目標となる。地形的にみて、この地域の水田の80%に対して漏水防止対策が可能であることから、現在水田から流出している窒素の約40%を削減することが可能となる。漏水防止の対策としては客土、ペントナイトの施用の他に、田面水の畦畔浸透対策も併用すれば効果的である。減水深を現況の2/3にすれば水温は1.5℃、1/3の場合には2.5℃の上昇が期待でき、高冷地に立地する当地域では収量の増加も期待できる。

畑地はモデル地域の中で、窒素の流出量のもっとも大きい発生源である。そして、削減対策がもっとも困難な対象でもある。その対策としては次のようなことが考えられる。

- (1) 畑地の傾斜方向に直交する形でグリーン・ベルトを作り、地表流出に対する緩衝帯としての効果をもたせる。
- (2) 冬期間、禾本科作物を栽培し、被覆作物によって地表を保護、土壌、肥料の流出を防止する。さらに、これらの植物体を鋤込み、堆肥化することによって土壌に有機物の供給と肥料成分の還元を行なう。
- (3) 堆肥などの有機質資材の投与、深耕と土壌改良資材の施用などによって、地力の培養に努める。
- (4) 用・排水路およびため池を利用して新たに水浄化ゾ

ーンを造成する。用・排水路については礫などを利用して接触酸化水路とし、浄化機能をもたせ、池については適当な水生植物を利用して窒素の除去を行なう。水生植物としては、流水の場合にはセリ、アヤメ、ハトムギ、水稻が適しており、静水の場合にはセリ、アヤメ、ホテイアオイ、ウキクサが適している。

しかし、肥料の適正な施肥や地力培養などの対策で窒素の流出を削減できる割合は、せいぜい現状の20%程度でしかない。となると、残りの削減については新たに造成する水浄化ゾーンに期待することになる。これまでにえられている水生植物を利用した窒素の除去可能量として、雑排水処理の場合の数値 ($1.92 \text{ g/m}^2/\text{日}$) をもちいれば、各ブロックで必要とする池の面積が算出できる。

4. モデル地域の水質広域管理計画の策定

モデル地域の水質目標は環境基準河川類型Aに準ずるものとし、これに農村地域の特性と下流部に閉鎖性水域をかかえているという状況を配慮して、窒素、磷、CODに関する項目を付加え、それぞれの目標値を定めた。これらの目標値を表9にまとめて示してある。

表9 坂室基準点における現況・目標水質

区分	現況水質	目標水質
BOD	1.20 mg/l	1.20 mg/l
COD	2.56	2.56
T-N	3.86	2.50

モデル地域においてはCODと磷については、基準点においてすでに目標値を達成しているため、この二つの項目に対して別個に対策を立てなくても、窒素を削減する対策によってさらに低い水準になることが期待されるはずである。そこで、このモデル地域に対しては窒素の削減を主体とした水質の管理計画を立てることとした。

基準点(1-3)で窒素の水質目標を達成するために必要な削減量は人為負荷 553 kg/日 の44.4%にあたる 195 kg/日 となる。このうち、生活排水による寄与は人為負荷全体の3%に過ぎず、残り97%は農耕地に由来するものである。全域について、各発生源で必要な削減量については表7に、各ブロック別の発生量については表6に示してある。

各ブロックでの発生源別削減対策と削減量を図化する

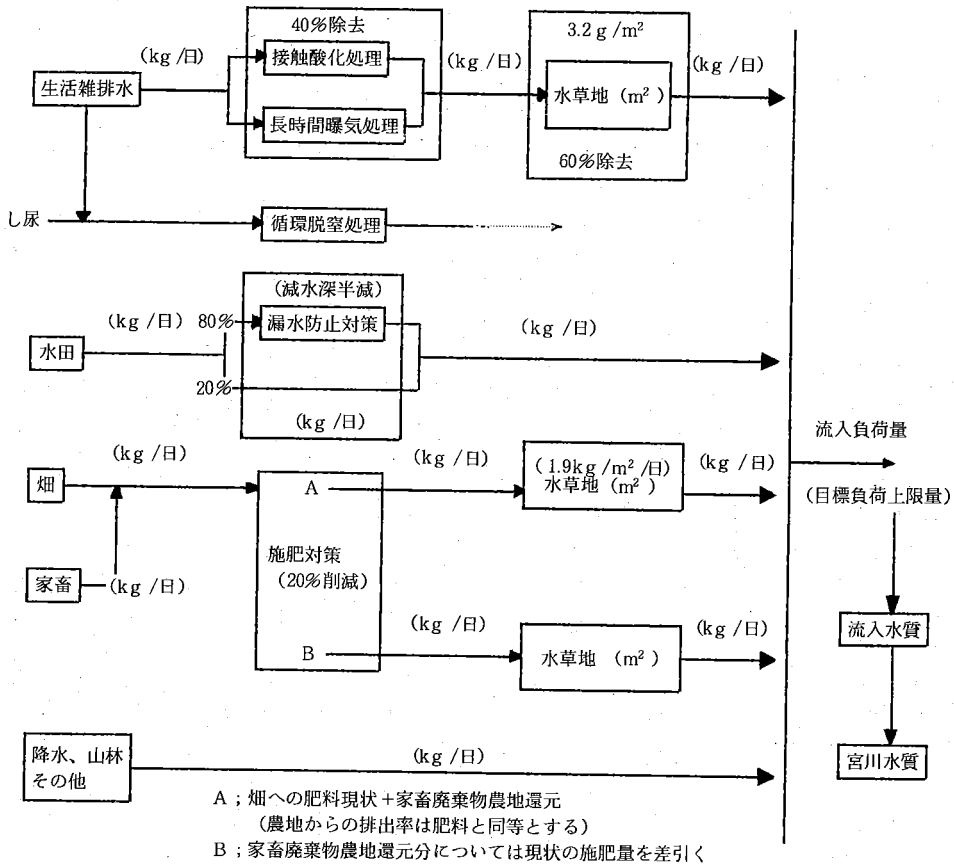


図6 各ブロックでの発生源に対する削減対策の内容と削減率

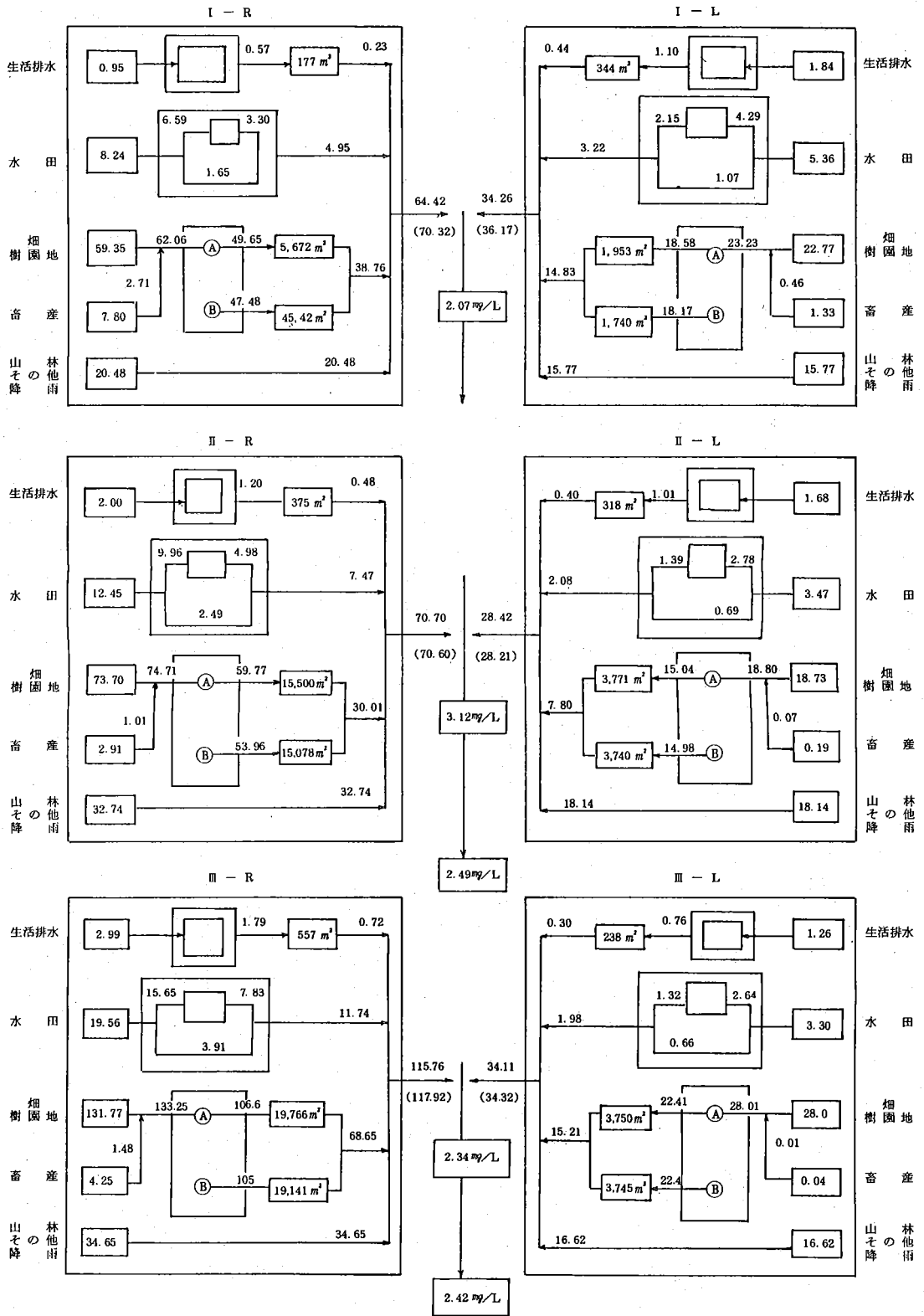


図7 モデル地域各ブロックごとの発生量 (N Kg/日) と削減後の流出量および水質

と図6のようになる。これを基本にして全域のブロック別、発生源別の窒素量の試算を行なった結果が図7である。計算方法が混みいっているのでI-Rブロックを一例として以下に記した。

1. 生活雑排水；し尿からの負荷7.1g/日は汲みとりで流域外へ搬出されるので表示されていない。

発生量；0.95kg/日

第一段階処理；接触酸化または長時間バッキ（窒素除去率40%） $0.95 \times 0.60 = 0.57$

第二段階処理；水草池（窒素除去率60%）

$0.57 \times 0.40 = 0.23$ （排出）

必要水草池面積； m^2 当たり除去量1.92g/日

$(0.57 - 0.23) \div 0.00192 = 177m^2$

2. 水田排水；ベントナイト客土などによる漏水防止対策を水田（158.8ha）の80%に対して行なう（減水深が現行の1/2となり、流出負荷も1/2となる）。

現行の流出負荷；8.24kg/日

漏水防止により；

削減量； $8.24 \times 0.8 \times 0.5 = 3.30kg/日$

流出量； $8.24 - 3.30 = 4.94kg/日$

3. 畑地排水；家畜糞尿の農地還元分（7.80kg）の34.8%が流出するとして、その分を含めて、

流出負荷量； $59.35 + (7.80 \times 0.348) = 62.06$

20%削減； $62.06 \times 0.2 = 12.41kg/日$

必要水草池面積；（削減目標量；23.3kg/日）

$(23.3 - 12.4) \div 0.00192 = 5672m^2$

削減対策後の流出量；38.76kg/日

4. 自然負荷

森林；2.66kg/日、降雨；17.12kg/日、その他；0.70kg/日、自然負荷合計；20.48kg/日となる。

以上の結果、I-Rブロックからの削減対策後流達窒素負荷量は

生活排水；0.23kg/日、水田；4.95kg/日、家畜を含む畑地；38.76kg/日、自然負荷；20.48kg/日となり、総計で64.4kg/日になる。結果としては、現在の流達負荷量の96.82kg/日よりも32.42kg/日が削減されることとなり、目標削減量の26.50kg/日を越えることとなる。

削減対策後の宮川基準点（1-6地点）について、窒素の河川水中の濃度を計算すると、1-6地点より上流域から流入する窒素量が、右岸から64.42kg、左岸34.26kg、合計で98.68kgとなる。この地域の流出水量47,606 m^3 から、1-6地点を通過する河川水の窒素濃度は2.07ppmとなり、目標とする窒素濃度2.5ppmを達成している。他の基準点についても、1-4地点で2.49ppm、1-6地点が2.42ppmとなり、ともに目標を達成する

ことができる。しかし、これには畑地からの浸透水が何らかの手段によって集められ、一時的に貯溜でき、そこで窒素が除去できるという仮定が大きな役割を占めていることを考えると、農村地域の水質管理、とくに窒素を対象とする場合には、未だ多くの解決すべき課題があるといえよう。

水質管理計画が現実に実施される場合には、その管理のために何等かの手段で水質をモニタリングする必要がある。水質のモニタリングには

(1) 化学分析を主体とする項目

(2) 生物指標

があるが、本報告で対象としている農村地域の場合には住民が直接観察が可能な生物指標を組合せておくことが望ましい。生物指標の利点としては次のことが挙げられる。

(1) 身近な生物を使うことで、誰でもが観察できる。

(2) 水質の積算的な影響を知ることができる。

(3) 生物相の変化から、水質の悪化に対して事前に対処ができる。

生物指標では水質を定量的に把握できないという欠点をもってはいるが、化学項目と組合せて利用することで環境保全の有効な監視手段とすることができよう（沖野・他、1980）。そこで、本モデル地域に適用するとすればどのような生物が適当かを考察すると、水生昆虫を主体とする底生生物を挙げることができよう。

ここで水質の保全目標としている環境基準は河川類型Aに相当するものであるから、表10に掲げた水生昆虫ラ

表10 生物指標による水質判定（農村地域を対象として）

水質ランク	水質総合判定	水生生物相
I	非常にきれい	カワゲラ(+),カゲロウ(多)
II	きれい	シマトビケラ,コカゲロウ(主),ヒル(-)
III	やや汚れている	コカゲロウ(多),ヒル,ミズシ(+)
IV	汚れている	ヒル(多)

ンクIIの、カゲロウ、トビケラを主とし、ヒルの見られない状態が生物指標からの目標となる。

次に、モニタリングの位置としては生物指標の場合には全域において先のランクIIを維持していることが望ましいことから、各排出源の直下であることが必要となる。化学的項目については、宮川の各基準点がモニタリング位置となる。モニタリングの実施者は、生物指標の場合は住民を中心とし、できれば地域の小・中・高校の協力によってきめこまかなモニタリングが可能であろう。化学項目については、その内容から行政の関与が当然、

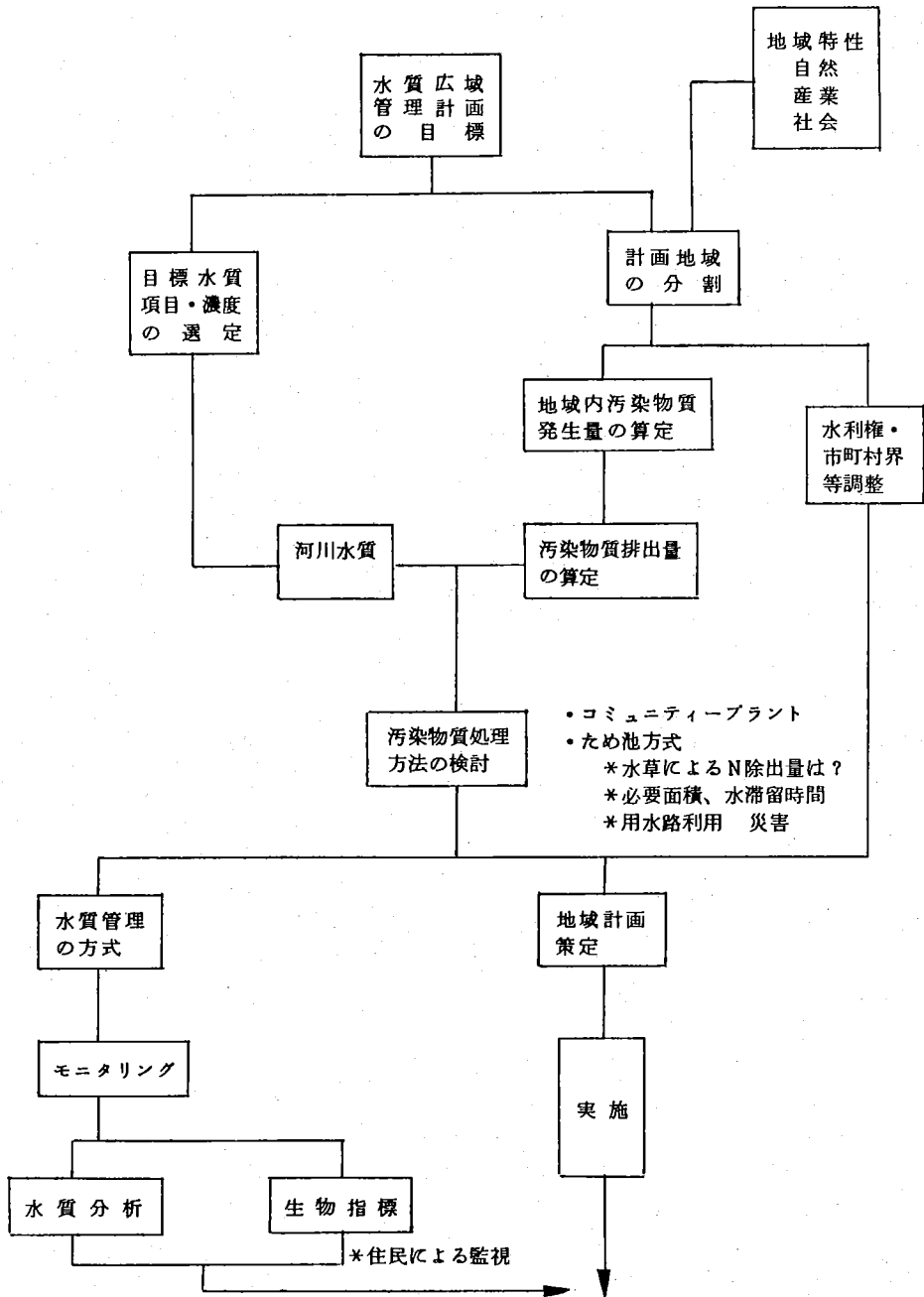


図 8 水質広域管理計画策定のための関連図

必要であるし、経費も必要となろう。

以上の農村地域の水質管理計画を策定するための手順を整理すると、図8のような内容となる。現実の計画に当たっては住民内での利害関係や既得権としての水利権など、社会的な制約や未解決の排水処理方法などの問題が残されているが、机上での環境計画の一例として報告した。

4. おわりに

本報告は昭和53年から57年にかけて、筆者らが関係した農林水産省関東農政局の調査・報告をもとにして、その一部を取りまとめたものである。調査に当たっては多くの関係者の協力をえたものであり、ここでこれらの内容を報告することで感謝の意を表する次第である。報告中に使用している数字の責任は全て筆者らにあり、これらの数字は現実のデータをもとにして算出されたものではないことを了解いただければ幸いである。

文 献

- 1) 関東農政局(1979)富栄養化対策調査報告書(諏訪湖地区)164pp.
- 2) 関東農政局(1982)農村地域水質広域管理計画調査報告書(諏訪湖地区)273pp.
- 3) 農村開発企画委員会(1975)昭和49年度農業集落排水計画基準調査報告書
- 4) 農村生活総合研究センター(1979)農家における水使用の実態と排水の適正処理に関する研究
- 5) 佐久市(1980)昭和50年度土地改良事業計画基礎調査(農村汚水処理施設)事業報告書
- 6) 農村開発企画委員会(1980)農村工学研究, 29
- 7) 建設省編(1974)流域別下水道整備総合計画調査一

指針と解説一

- 8) 兼子崇ら(1977)第14回下水道研究発表会講演要旨, 119-121.
- 9) 浮田正夫ら(1978)公害と対策, 14(8), 832-845
- 10) 環境庁水質保全局水質規制課(1972)畜舎の研究
- 11) 農林省畜産局, 中央畜産会()家畜糞尿の処理と利用
- 12) 土木学会(1970)琵琶湖の将来水質に関する調査報告書
- 13) 石丸罔雄(1978)環境創造, 8, (2), 32
- 14) 長野県(1979)諏訪湖の有機汚濁予測と処理システムの評価
- 15) 中国・四国農政局計画部(1979)農村地域水質広域管理計画調査成績書
- 16) 関東農政局(1979)霞ヶ浦地区水質広域管理計画, 昭和54年度報告書
- 17) 国松孝男(1978)畑地農業, 239号, 29
- 18) 国松孝男ら(1978)琵琶湖とその集水域環境動態, 昭和52年度報告
- 19) 岩坪五郎ら(1968)京大演報, 39, 110
- 20) 河田 弘(1979)農業生態系における栄養元素の動態と水域へのインパクト(環境科学研究報告書) p 97
- 21) 西村武二(1973)日林試, 55, 323
- 22) LIKENS, G. E. et al. (1979) Ecology, 48, 772
- 23) 農業技術研究所(1975)農技研肥料化学科資料 182号
- 24) 小林 隆(1976)公害と対策, 12(11), 1-8
- 25) 中西 弘ら(1978)環境創造, 8(10), 25-35
- 26) 高村義親ら(1977)日本水質年鑑研究編, 681-871
- 27) 伊藤悦夫ら(1964)静岡大学農学部研究報告, 14, 189-202
- 28) 沖野外輝夫ら(1980)信州大学環境科学論集, 22-26
- 29) 杉本剛士ら(1985)福井陸水生物会報 5号, 1-5