

**非特定汚染源対策の推進に係る
ガイドライン（第二版）**

平成26年12月

環境省 水・大気環境局 水環境課

目 次

第1章 本ガイドラインの位置付け	1
1.1 非特定汚染源対策の必要性	1
1.2 目的	1
1.3 適用範囲	3
1.4 適用にあたって	4
第2章 非特定汚染源負荷に関する基本的事項	5
2.1 非特定汚染源負荷とは	5
2.1.1 定義	5
2.1.2 存在形態と場所	5
2.2 非特定汚染源負荷の特徴と分類	6
2.2.1 基本的な特徴と分類	6
2.2.2 汚濁負荷の挙動	11
2.2.3 対象とする水質項目	14
2.2.4 非特定汚染源負荷の構成	16
2.3 原単位と負荷削減対策の評価	17
2.3.1 原単位と原単位法	17
2.3.2 原単位の調査	19
2.3.3 対策実施による負荷削減効果の評価方法	24
第3章 非特定汚染源負荷の調査方法（総論）	25
3.1 集水域からの負荷量の算定方法	25
3.2 非特定汚染源負荷量の算定方法	27
3.2.1 非特定汚染源負荷量の算定方法	27
3.2.2 原単位法による非特定汚染源負荷量の算定	29
3.3 非特定汚染源負荷の調査に係る基本的考え方	32
3.3.1 調査計画の立案に関する事項	32
3.3.2 調査集水域及び調査地点設定の基本的考え方	32
3.3.3 調査期間・時期・頻度等の基本的考え方	33
3.3.4 調査項目に係る基本的考え方	34
3.3.5 調査結果の検証に係る基本的考え方	34
3.3.6 調査記録の必要性	35
3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術	37
3.4.1 流量観測	37

3.4.2	水質調査	42
3.4.3	排出「LQ式」による年間排出負荷量の計算	47
3.5	非特定汚染源負荷量を概略的に把握するための調査	53
3.5.1	概略的に把握するための調査の考え方	53
3.5.2	調査内容	54
第4章	非特定汚染源負荷の調査方法（各論）	59
4.1	直接大気降下物負荷の調査方法	59
4.2	都市地域排出負荷の調査方法	63
4.3	農業地域排出負荷の調査方法	79
4.4	森林地域排出負荷の調査方法	92
4.5	その他負荷の調査方法	99
4.6	流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による調査方法	100
4.6.1	流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）とは	100
4.6.2	流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）の調査方法	103
4.7	負荷原単位の検証について	108
第5章	非特定汚染源対策と期待される効果	109
5.1	非特定汚染源対策の検討に関する基本的考え方	109
5.2	非特定汚染源対策のメニュー	111
5.3	非特定汚染源対策の実施計画の立案	113
5.4	非特定汚染源対策の方法と事例	115
5.4.1	都市地域における対策と期待される効果	117
5.4.2	農業地域における対策と期待される効果	128
5.4.3	森林地域における対策と期待される効果	141
5.4.4	地域横断的対策	146
5.5	負荷削減対策の評価方法	147
5.5.1	個別対策の負荷削減効果の事前・事後評価	148
5.5.2	総流出負荷削減量の予測評価	149
5.5.3	水質改善効果の予測評価	149
5.6	非特定汚染源対策の費用対効果の目安（試算）	150
5.6.1	都市地域	151
5.6.2	農業地域	152
5.6.3	森林地域	153

第6章 非特定汚染源対策の持続的改善に向けて	154
6.1 負荷削減以外の効果への着目	154
6.2 非特定汚染源対策の推進・支援手法	155
6.2.1 非特定汚染源対策の推進に関する基本的考え方	155
6.2.2 非特定汚染源対策の推進に係る体制づくり	155
6.2.3 非特定汚染源対策の推進・支援に資する制度・方策等	160
6.3 非特定汚染源対策の持続的改善に向けて	170

資料編

第1章 本ガイドラインの位置付け

1.1 非特定汚染源対策の必要性

汚染物質の発生源には、工場などからの排水、家庭からの生活排水など排出源を特定しやすい特定汚染源（点源 Point Source）と、市街地、農地、森林等からの流出水といった排出源を特定しにくい非特定汚染源（面源 Non-Point Source）に分類される。

発生源別に汚濁負荷量をみると、特定汚染源からの汚濁負荷量は減少傾向にあるものの、非特定汚染源からの汚濁負荷量は相対的に削減が進んでいなく、このことが全体として湖沼等の水質改善が進んでいない一因になっている可能性が考えられる。

さらには、非特定汚染源を主要因とする地下水の硝酸性窒素等による汚染の問題や、湖沼等の水質汚濁要因として近年注目されている難分解性有機物の主要な起源として非特定汚染源が挙げられているなど、その対策の検討や実践が急務となっている。

非特定汚染源の発生源は多様であり、しかも負荷流出のメカニズムが複雑であるという特性から、非特定汚染源負荷量の定量化には多くの調査・研究成果が必要であり、特に、大量の負荷が発生する降雨時の調査データが乏しく、十分な知見が得られていない状況がある。さらには、その負荷流出の非定常な過程では、特定汚染源に比べ汚濁物質濃度が変動するだけではなく、相対的に低濃度でしかも排出水量が多いといった特徴から、これまで対策が遅れてきた状況がある。

このような中、平成 17 年 6 月に湖沼水質保全特別措置法（湖沼法）が改正され、平成 18 年 4 月より施行された。改正のポイントとして、特定汚染源への規制の見直しのほか、非特定汚染源負荷対策の強化や湖辺の環境の適正な保護等が明記されたところである。

以上の背景から、非特定汚染源からの負荷削減対策を効果的に推進する必要がある、非特定汚染源からの負荷量の調査、解析並びに負荷削減対策の検討・評価を行い、対策を強化・推進していく必要がある。

1.2 目的

非特定汚染源負荷対策を推進していくためには、非特定汚染源負荷の実態や特性、排出機構等を把握するための調査を実施した上で、これらの調査結果を踏まえた効果的な対策を検討する必要がある。

本ガイドライン（第一版）は、湖沼等の水質保全のために非特定汚染源対策を全国的に推進することを目的とし、主に地方自治体の担当者等に活用されることを念頭に整理・提

示し、平成21年3月に初版として作成されたものである。本第二版では、ガイドラインを幅広く活用してもらうことを目的とし、第一版の内容に準じた非特定汚染源負荷調査を実施し、そこで得られた課題等を勘案して調査手法を見直すとともに、調査作業例や負荷量算定手順の具体例、非特定汚染源負荷の状況を概略的に把握するための調査手法の考え方などを加筆するほか、記載内容をわかりやすくするような工夫を行った。今後の非特定汚染源負荷の調査や対策の具体的な検討・実施の際に活用されたい。

本ガイドラインは、行政や調査・検討実施者（コンサルタントや大学等）、NPO等の湖沼水環境保全に関わる関係機関、組織などを対象とし、非特定汚染源負荷の把握やその対策を行う際の参考になるよう作成している。

また、本ガイドラインを参考とした調査や水質保全対策については、各地の非特定汚染源の状況、必要性の程度等に応じて、ガイドラインの基本的な考え方や趣旨を十分に理解した上で実施する。

今後とも、本ガイドラインについては、地方自治体、住民等での議論の進展や実際の調査・検討結果を勘案して、必要に応じて見直されるものである。

なお、本ガイドラインは、非特定汚染源負荷に関する基本的事項、調査手法、対策と効果、対策の持続的改善等の項目により構成されており、その記載内容の概要は下記に示すとおりである。

第2章：非特定汚染源負荷に関する基本的事項

非特定汚染源負荷の定義、特徴と分類、原単位等についての基本的事項について記載したものである。

第3章・第4章：非特定汚染源負荷の調査手法（総論）・（各論）

非特定汚染源負荷の調査手法に関して、総論として基礎的な技術手法を、また、各論として各地域における具体的な調査手法を記載した。

第5章：非特定汚染源対策と効果

非特定汚染源対策について、その対策検討にあたっての基本的考え方や対策の選定手順、各地域における具体的な対策事例とその効果、対策効果の評価方法、費用対効果の目安、対策の推進・支援手法等について記載した。

第6章：非特定汚染源対策の持続的改善に向けて

非特定汚染源対策のより一層の効果的・効率的な推進を図っていくための基本的考え方を提示した。

1.3 適用範囲

本ガイドラインは、平成 17 年の湖沼法改正を踏まえ、主として湖沼法に基づく指定湖沼及び指定地域に係る湖沼水質保全計画の策定のための指針として作成したものであり、湖沼等を対象にした非特定汚染源負荷の状況を把握するための調査や検討、対策の実施を行う際の参考資料になることを想定している。ただし、他の閉鎖性水域や非特定汚染源対策が必要な河川や海域等の水質保全対策にも適用できる。

湖沼水質保全対策の体系と本ガイドラインの検討対象は、**図 1-1** に示すとおりである。

なお、本ガイドラインは「非特定汚染源対策」に焦点を絞ったものであるため、直接浄化（流入河川対策、湖沼内対策）については記載を行っていないことに留意されたい。

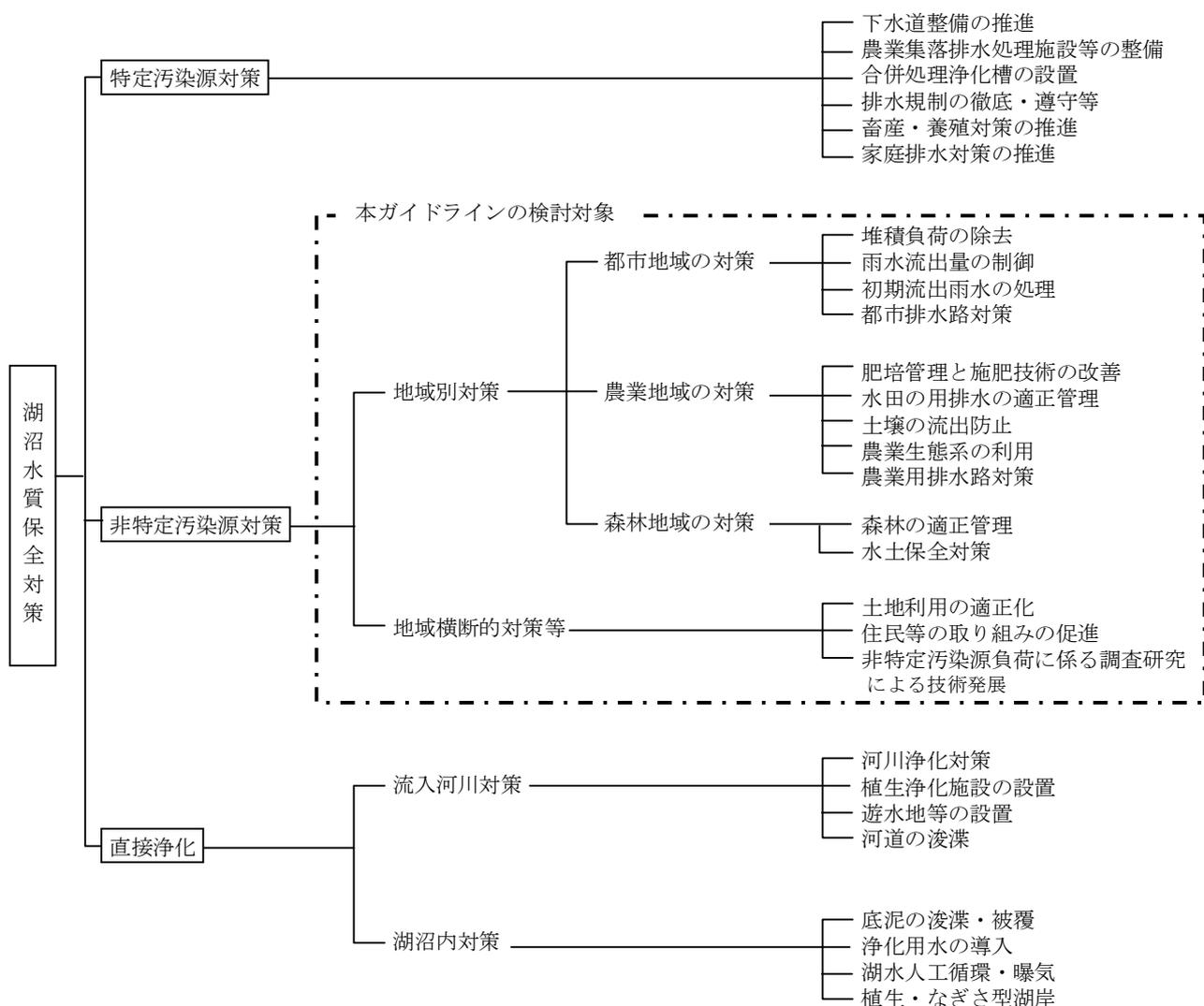


図 1-1 湖沼水質保全対策の体系と本ガイドラインの対象

1.4 適用にあたって

本ガイドラインは、非特定汚染源負荷の調査や対策の手法について、技術的な観点からとりまとめたものであるが、調査や対策の目標・目的を明確化し、経済的、社会的な波及効果を含めた費用対効果を勘案した上で、どのレベルの調査・対策内容を実施するかを検討・決定することも重要である。

また、効果的な対策を講じるためには、地域の情報や特殊性等を十分に把握・分析するとともに、対策実施には住民や事業者等の理解と協力が不可欠であることを十分に認識し、対策効果が十分に発揮されるための調査を計画・実施することが重要である。

さらには、PDCA サイクルの考えに基づき、非特定汚染源負荷の削減対策の検討→対策の実施→対策効果の把握・検証→対策の見直し等を実施し、より適切かつ効果的な対策を実施することが必要である。また、対策検討の基礎情報となる非特定汚染源負荷調査の段階においても、正確な負荷量を把握することを心がけ、必要に応じて、より適切な調査方法等について見直していくことが肝要である。

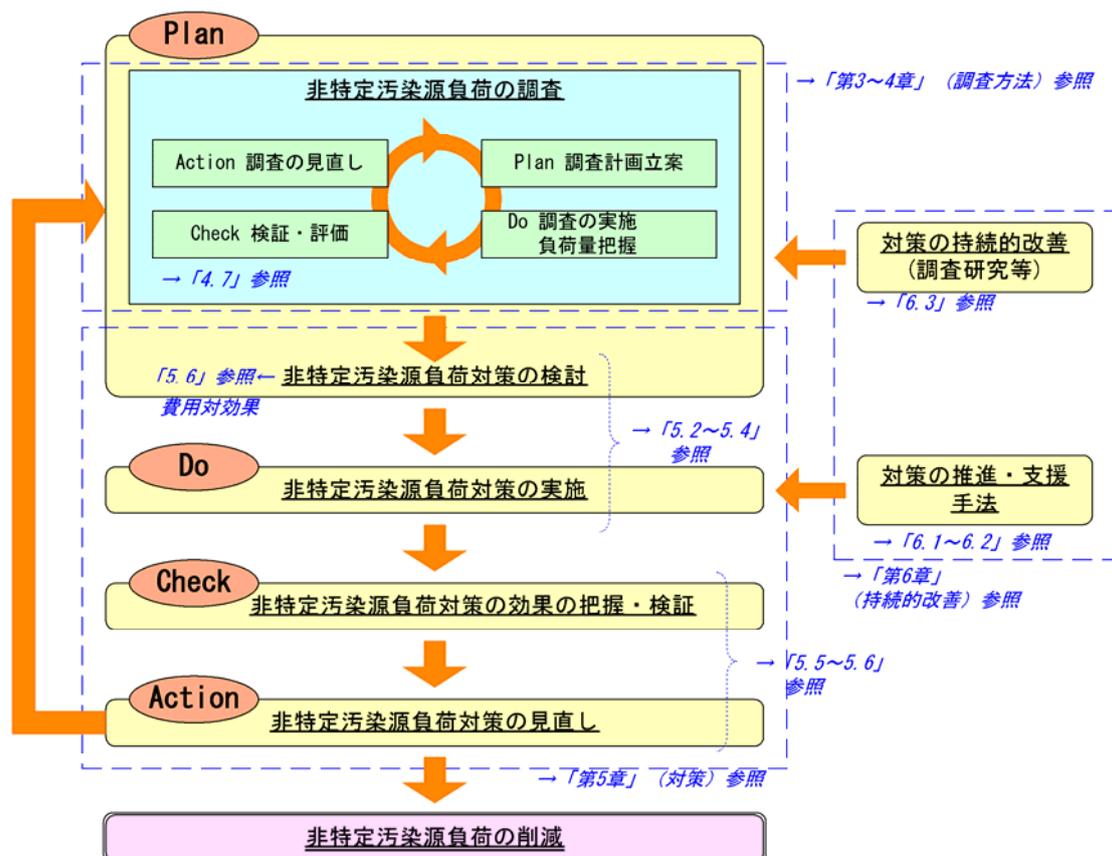


図 1-2 非特定汚染源負荷対策の PDCA サイクル*1

*1: PDCA サイクル: 計画 (Plan)、実行 (Do)、評価 (Check)、改善 (Action) のプロセスを順に実施し、最後の Action では、Check の結果から最初の Plan の内容を改善し、このプロセスを繰り返すことによって、継続的な改善活動を推進するマネジメント手法の一つを指す。
 なお、本図の青色斜字体文字は、本ガイドラインに該当する章、項目を示している。詳細はそちらを参照されたい。

第2章 非特定汚染源負荷に関する基本的事項

2.1 非特定汚染源負荷とは

2.1.1 定義

非特定汚染源負荷は、

「汚濁物質の排出ポイントが特定しにくく、面的な広がりを有する市街地、農地、森林等の地域を発生源とする負荷や、湖沼等に大気から直接降下する負荷のことである。また湖沼等に直接湧出している地下水等による負荷も含む。」

と定義する。

2.1.2 存在形態と場所

非特定汚染源負荷の存在形態は、

- a. 水そのものに含まれるもの
- b. 地表面の堆積物とその流出物
- c. 水路及び管路の堆積物とその流出物

の3つに分類され、それぞれの排出源は面的に広がりがある、あるいは散在する排出源である。

<解説>

- ① 「c. 水路および管路の堆積物とその流出物」は、「a. 水そのものに含まれるもの」または、「b. 地表面の堆積物とその流出物」が、流出過程において一時的に水路または管路中に堆積し、時間遅れで流出するものである。

ただし、事業場排水、生活雑排水、浄化槽排水、畜産排水等の特定汚染源に由来する負荷のうち、水路または管路に一旦堆積した後に流出したものは、特定汚染源負荷として扱う。

2.2 非特定汚染源負荷の特徴と分類

2.2.1 基本的な特徴と分類

非特定汚染源負荷は、主にその発生地域により、

- (a)直接大気降下物負荷
- (b)都市地域排出負荷
- (c)農業地域排出負荷
- (d)森林地域排出負荷
- (e)その他排出負荷

に分類される。

(a) 直接大気降下物負荷

大気降下物負荷とは、ばいじん等の拡散・降下による大気中からの負荷量である。晴天時^{*1}の乾性沈着物(ドライデポジション)と、湿性沈着物(ウェットデポジション)を含む。

^{*1}: 本ガイドラインでは降雨がない時を「晴天時」という。

<解説>

- ① 大気降下物負荷は、工場・事業場、自動車等から排出されるばいじん等が拡散して面的に広がった人為的負荷を主な起因としている。大陸から偏西風に乗って飛来してくるものも問題視されている。

陸上に降った大気降下物負荷は流出過程において一部浄化され、土壌等から溶出あるいは掃流してくる負荷とともに排出される。このため、これら負荷と分離して大気降下物由来の負荷量を単独で測定することは困難である。

よって、湖沼等への非特定汚染源負荷としての大気降下物負荷は、**水面へ直接降下する負荷（乾性沈着物と湿性沈着物）のみを考慮する**。本ガイドラインでは「直接大気降下物負荷」と呼ぶ。

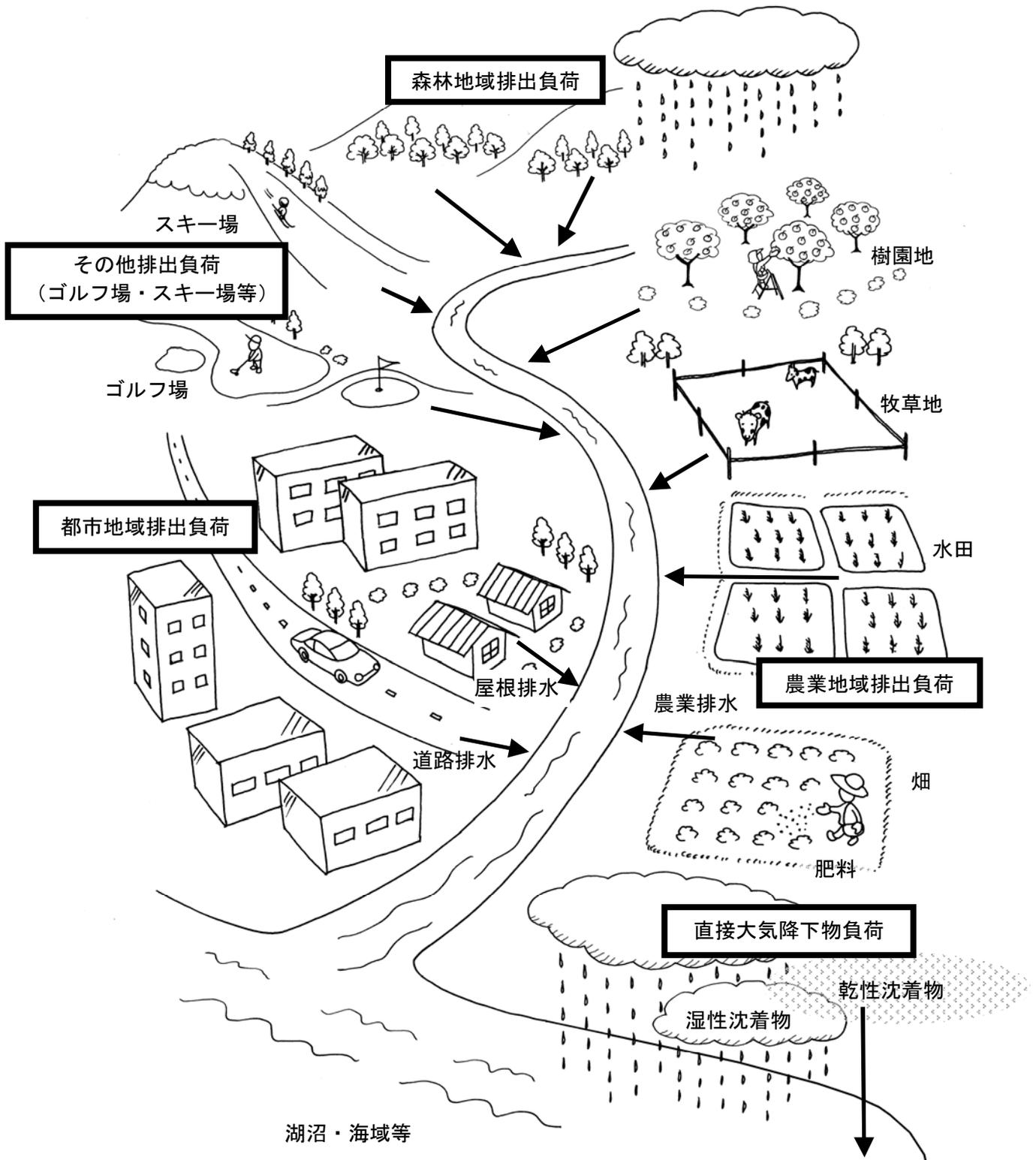


図 2-1 非特定汚染源の概念図^{*1}

*1: 上図のほか、地下水直接負荷 (後述 p103~106 参照) 等も該当する。

(b) 都市地域排出負荷

都市地域排出負荷とは、生産、交通等の都市活動によって排出される排ガス、粉じん、ごみ等が、屋根や道路、公園・緑地、庭等に堆積し、雨水とともに都市地域から流出してくる負荷である。大気降下物に起因する負荷も含まれている。

<解説>

① 都市地域排出負荷の排出経路としては、不浸透地域が多くを占めるという特性から、表面流出がほとんどを占める。しかし、次の場合には地下浸透が生じる。

○都市地域内に位置する公園・緑地、庭等の浸透地域

○不浸透地域のうち透水性舗装や雨水浸透枡を設置している など

なお、事業場排水、生活雑排水、浄化槽排水に由来する負荷は、都市河川、排水路等に流出し、一部堆積するが、非特定汚染源負荷には含めない。

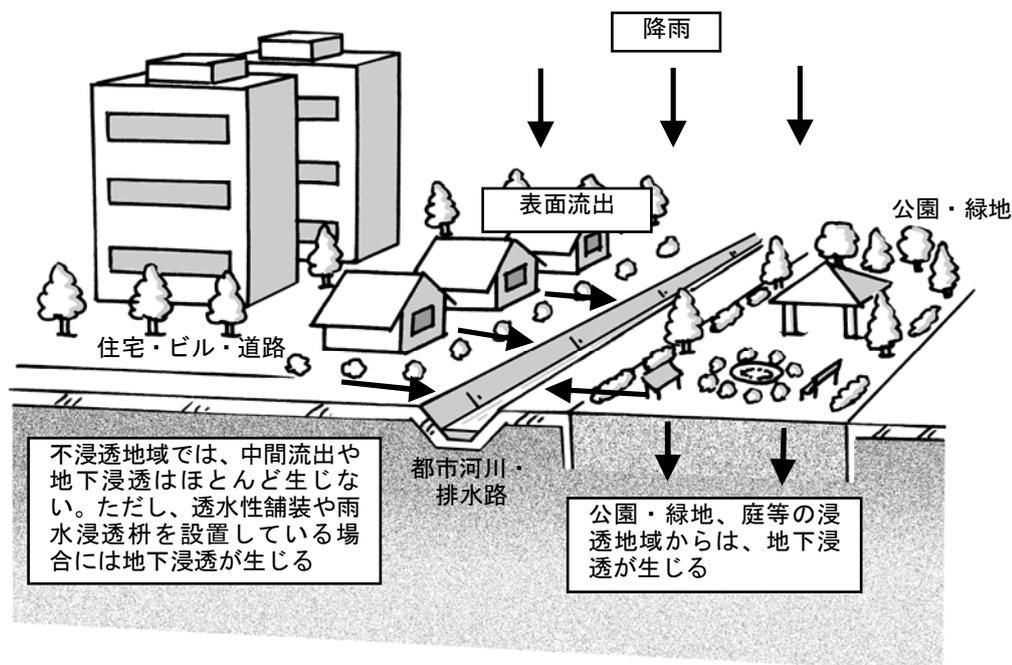


図 2-2 都市地域における非特定汚染源負荷排出の概念図

(c) 農業地域排出負荷

農業地域排出負荷とは、農地に施用された肥料、土壌、収穫後の作物残渣等が、降雨やかんがい等に伴って農地から流出してくる負荷である。大気降下物に起因する負荷も含まれている。

<解説>

① 農業地域からの排出負荷の排出経路としては、表面流出、中間流出（畦畔漏水）、地下浸透が経路となる。ただし、畑、牧草地、樹園地では排水路が整備されていない場合が多く、負荷排出経路を特定することが困難になりやすい。なお、牧草地のうち畜舎等から直接排出される畜産排水の負荷は非特定汚染源負荷には含めない。

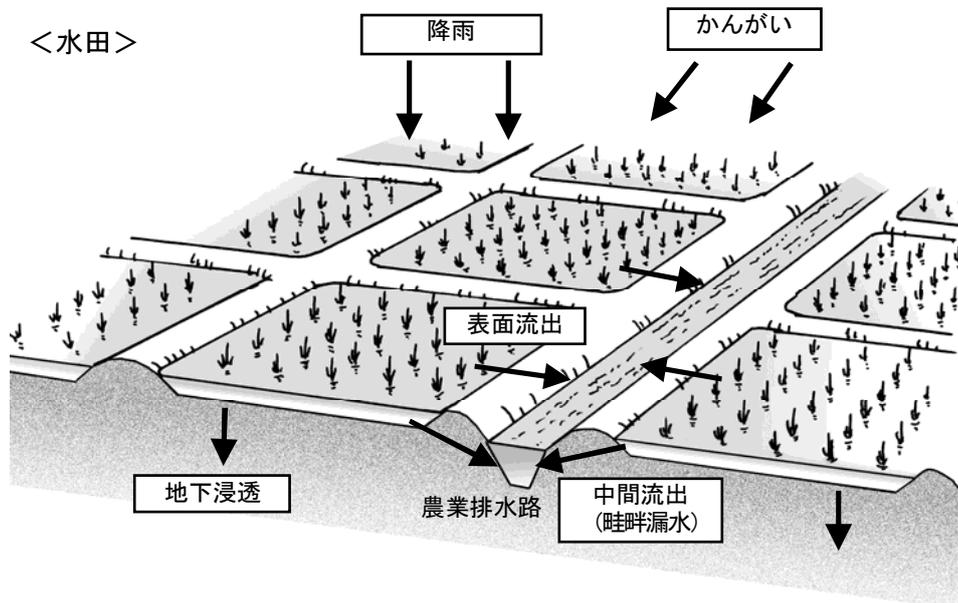


図 2-3 農業地域（水田）における非特定汚染源負荷排出の概念図

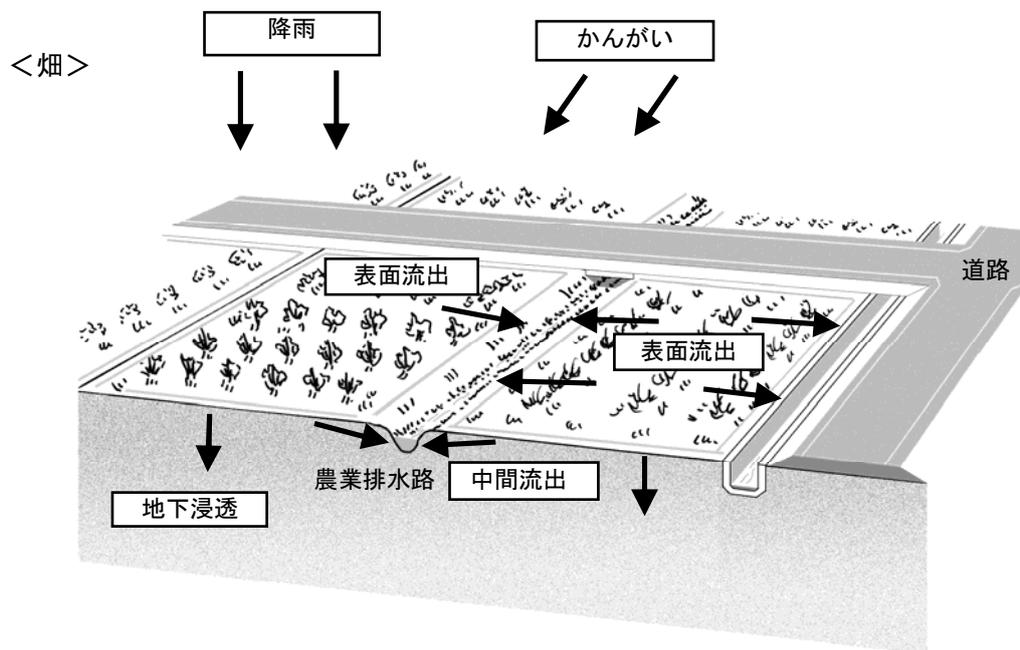


図 2-4 農業地域（畑）における非特定汚染源負荷排出の概念図

(d) 森林地域排出負荷

森林地域排出負荷とは、森林等の動植物、土壌等を起源とする負荷である。草木等の枯死体からの流出物も含まれ、河川のバックグラウンド値と呼ばれることがある。森林地域排出負荷には、大気降水物に起因する負荷も含まれている。

<解説>

- ① 森林地域排出負荷の流出成分としては、降雨による直接流出と、降雨が一旦森林土壌に保水され徐々に流出してくる基底流出に分けられる。

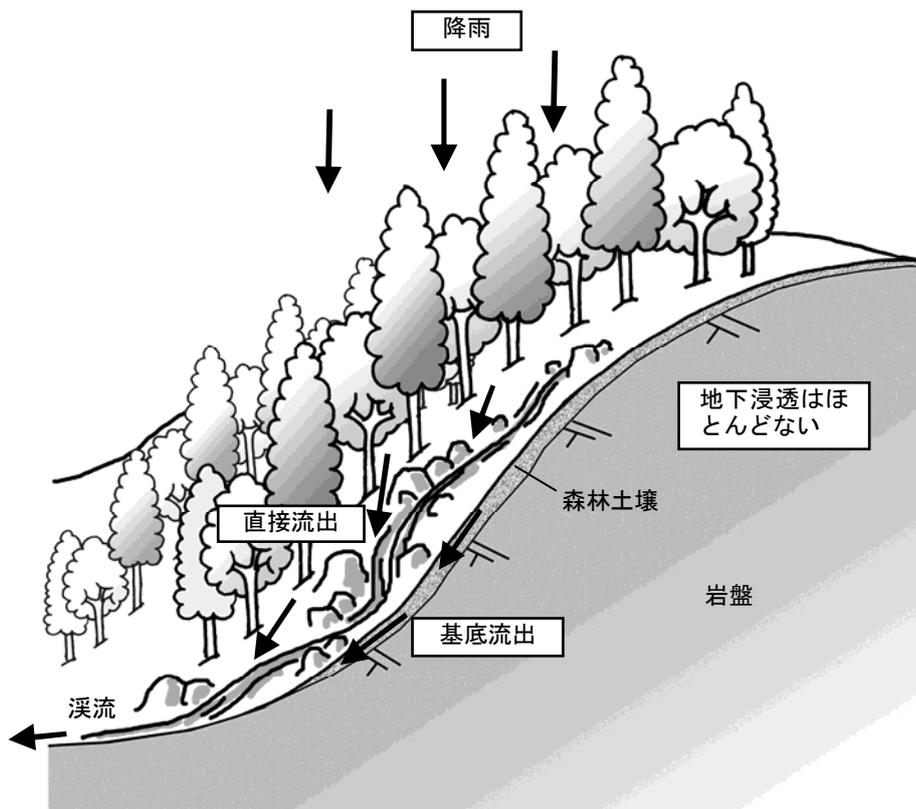


図 2-5 森林地域における非特定汚染源負荷排出の概念図

(e) その他排出負荷

その他排出負荷としては、ゴルフ場、スキー場等から流出してくる負荷が挙げられる。

2.2.2 汚濁負荷の挙動

非特定汚染源負荷の発生から湖沼等への流出に至る過程は、(a) 排出負荷、(b) 流出負荷に分けて考えられる。

<解説>

- ① 一般的に、湖沼等の側からみると、その水域に到達する負荷は「流入負荷」として表現されるが、本ガイドラインにおいては、非特定汚染源負荷の把握及びその対策等を検討対象としていることから、湖沼等への「流出負荷」という表現を使用している。
- ② 下水道計画においても「排出負荷量」、「流出負荷量」という用語が使用されているが、これは原則として晴天時の低水流量条件での負荷量のことであり、本ガイドラインでの定義と混同しないように注意する。

(a) 排出負荷

排出負荷とは、都市地域、農業地域、森林地域等で発生した負荷が、降雨やかんがい等に伴って都市排水路や農業排水路、溪流等を通じて、河川に排出される負荷である。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷の検討に当たって、本ガイドラインでは排出負荷ベースで原単位を算定することを基本とする。また、対策に伴う負荷削減率（効果）は対策前後（または対策有無）の排出負荷量を比較することにより評価する。
- ② 非特定汚染源の負荷削減対策には、次のような対策があり（詳細は「第5章 非特定汚染源対策と期待される効果」参照）、それぞれの対策に対応した負荷削減率が存在する。
 - 減肥や路面清掃等の発生源内での対策
 - 排水の適正管理や浄化等の発生源から排出される段階での対策

など
- ③ なお、非特定汚染源の負荷を把握するためには、排出負荷を対象に原単位調査(後述「第2章 2.3 原単位と負荷削減対策の評価」参照)を行い、その調査結果から排出箇所における負荷量と流量の関係を整理して排出原単位を捉える(「原単位法」、算定方法の具体例は「資料編Ⅱ[5]」参照)。このときの排出箇所における負荷量と流量の関係を示す相関式をここでは「排出LQ式」という。

(b) 流出負荷

流出負荷とは、それぞれの特定・非特定汚染源の発生源から排出された負荷（排出負荷）が河川の流下過程で様々な作用を受け、湖沼等に到達する総負荷である。

<解説>

- ① 排出負荷量に対する流出負荷量の割合を「負荷流出率」と定義する。ただし、流出負荷については、湖沼等に到達する特定汚染源及び非特定汚染源からの負荷の総和になることに留意が必要である。

特定・非特定汚染源から排出される総排出負荷量、湖沼等への総流出負荷量、及び負荷流出率の関係は次式のとおりである。

$$\text{湖沼等への流出負荷量} = \Sigma (L \times \gamma)$$

ここで、L：各々の特定・非特定汚染源からの排出負荷量

γ ：各々の特定・非特定汚染源の排出源別の負荷流出率

- ② 各々の特定・非特定汚染源の排出源別の負荷流出率を個別に求めることは困難であるため、安全側の観点から1と設定している場合が多い。

ただし、実際には負荷流出率が1にならないこともある。そのようなときに負荷流出率を1として扱った場合、次のような問題が生じるおそれがある。

○湖沼等への流出負荷量を過大に捉えることとなる。その結果、湖沼水質の実態との整合を図るとき、栄養塩溶出速度やDO消費速度、濁質の沈降速度などを過小評価するおそれがある。

○湖沼等への流出負荷量が実態と整合されないおそれがある。

このため、排出源別の負荷流出率を個別に求めることは困難であるが、少なくとも湖沼等へ到達する流出負荷量が原単位法で算定した総排出負荷量（特定・非特定汚染源）と比べて負荷流出率を算定し、負荷流出率がどの程度の値を示すのかを把握しておくことが重要である。（後述の図2-6、「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による調査方法」、資料編Ⅱ[1]参照）

なお、流出負荷量は、湖沼等へ流出する河川の流末（流出箇所）の負荷量と流量の関係（相関）から把握する（「流出河川負荷量実測法」）。ここでは、その負荷量と流量の関係（相関）を「河川流出LQ式」という。

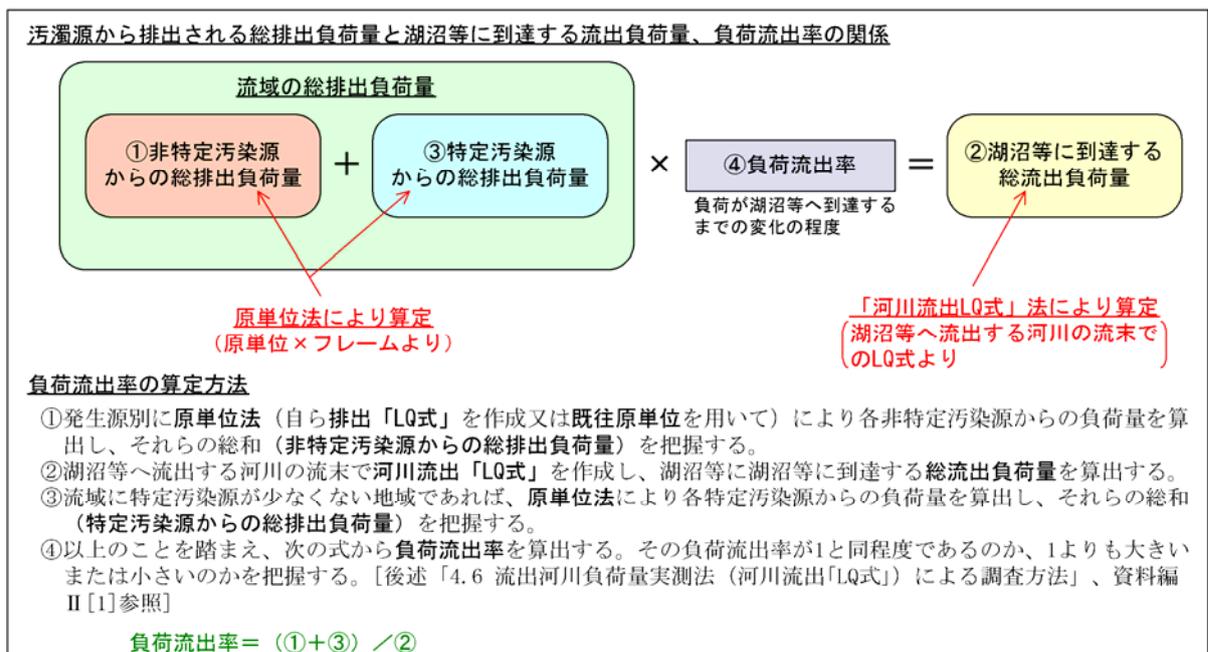
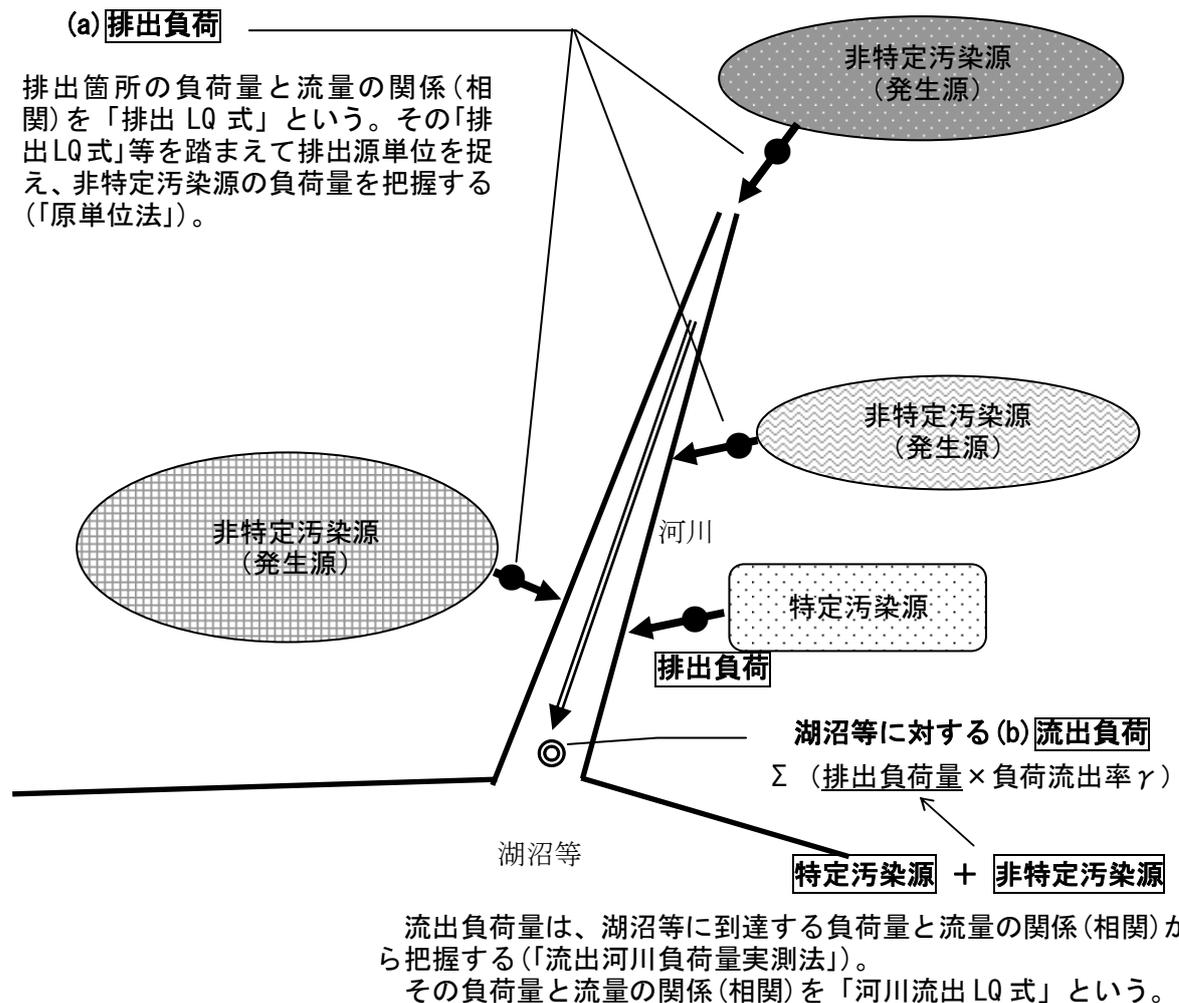


図 2-6 汚濁負荷の挙動と用語

2.2.3 対象とする水質項目

本ガイドラインで対象とする非特定汚染源負荷に係る水質項目は、表 2-1 に示す項目とする。なお、水質項目の測定方法は、原則として環境省告示等に示された方法に準ずる。

表 2-1 調査対象水質項目

●必須項目（必ず調査すべき項目）

記号	名称	備考
COD	化学的酸素要求量	
TN	全窒素	「T-N」、「総窒素」と表記する場合もある
TP	全りん	「T-P」、「総りん」と表記する場合もある

●標準項目（できるかぎり調査すべき項目）

記号	名称	備考
SS	浮遊物質	「懸濁物質」と表記する場合もある
DCOD	溶解性化学的酸素要求量	「D-COD」、「溶存態化学的酸素要求量」と表記する場合もある
TOC	全有機炭素	
DOC	溶解性有機炭素	「溶存態有機炭素」と表記する場合もある
DTN	溶解性窒素	「D-T-N」、「溶存態窒素」と表記する場合もある
DTP	溶解性りん	「D-T-P」、「溶存態りん」と表記する場合もある

●補助項目（調査しておくことが望ましい項目）

記号	名称	備考
BOD	生物化学的酸素要求量	
NO ₂ -N	亜硝酸性窒素	「亜硝酸態窒素」と表記する場合もある
NO ₃ -N	硝酸性窒素	「硝酸態窒素」と表記する場合もある
NH ₄ -N	アンモニア性窒素	「アンモニア態窒素」と表記する場合もある
PO ₄ -P	りん酸性りん	「りん酸態りん」と表記する場合もある

<解説>

- ① 水質項目については、現在の湖沼水質保全計画に水質改善目標値が掲げられている有機汚濁及び富栄養化に係る指標である COD(化学的酸素要求量)、TN(全窒素)及び TP(全りん)を必須項目とする。
- ② ただし、非特定汚染源負荷の挙動は形態別によって異なることから、効果的な非特定汚染源対策を選定するためには、できるかぎり形態別で捉えることが重要である。例えば、初期フラッシュ排水の汚濁負荷は、溶解性のものは降下物量や自動車等の排ガスに暴露される機会などが関わる先行晴天日数や降水中の含有成分の双方に影響されやすいが、懸濁性のものは降水量が多くなるほど掃流力によって流出するので降雨条件に影響されやすい[後述の「資料編Ⅱ [2]」参照]。将来、非特定汚染源対策を講じるとき、汚

濁負荷量が高くなる初期フラッシュ排水を対象にすると効果的・効率的に負荷量の削減が見込まれるが、そのためにはその地域の初期フラッシュ排水の特徴（どの形態別項目が何に影響を受けやすいか、どの形態別項目が問題になっているかなど）を捉えることが必要である。

このため、懸濁物量の代表指標 SS（浮遊物質）、溶解性の項目である DCOD（溶解性化学的酸素要求量）、DTN（溶解性窒素）、DTP（溶解性りん）もできるかぎり調査を実施する。なお、全量から溶存成分量を差し引くことにより懸濁成分量が算定できる。

○対策選定では、溶解性・懸濁性の比率が重要な情報となる。

○閉鎖性水域における内部生産（植物プランクトンの増殖）には、溶解性の窒素やりんが重要な情報となる。

また、有機物量の代表的な指標であり、かつ水道水の水質基準に追加された TOC（全有機炭素）及びその溶解性項目である DOC（溶解性有機炭素）もできるかぎり調査を実施する。

- ③ さらに、BOD（生物化学的酸素要求量）は河川の代表的な汚濁指標であり、また、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は水質モデル等のパラメータとして応用できる項目である。このことから、調査頻度が低くても構わないので、必要に応じて時々調査を実施し、その情報を得ておくことが望ましい。
- ④ 非特定汚染源では DON（溶解性有機窒素）が多く排出される場合があるため、その量を把握する必要がある。DTN から $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を差し引くことにより DON を求めることができる。
- ⑤ 従って上記の目的を達成するためには、DIN（ $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、なお、DON は $\text{DTN} - \text{DIN}$ ）、および $\text{PO}_4\text{-P}$ は TN、DTN、TP、DTP と同時に測定されることが望ましい。

2.2.4 非特定汚染源負荷の構成

非特定汚染源負荷は、発生源の種類や負荷の算定方法等により図2-7に示すとおりに分類される。

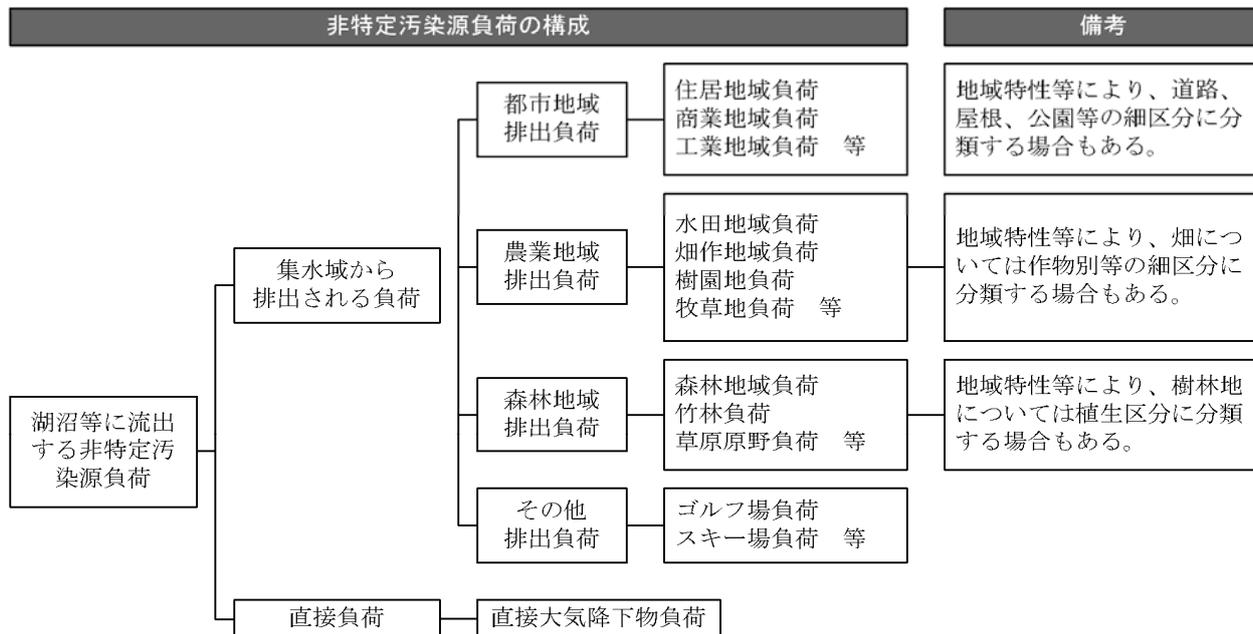


図 2-7 非特定汚染源負荷の構成

<解説>

① まず湖沼等へ流出する非特定汚染源負荷は「集水域から排出される負荷」と、湖面または湖内に直接加わる「直接負荷」に大別される。

② 「集水域から排出される負荷」は、地域の土地利用特性によって都市地域排出負荷、農業地域排出負荷、森林地域排出負荷、その他排出負荷に分類される。

さらにそれぞれの地域から排出される負荷量は、用途区分別に分類される。

○都市地域であれば住居地域、商業地域、工業地域に区分される。

○農業地域であれば水田地域、畑作地域等に区分される。

なお、これらの区分が小面積でモザイク状に分布している場合（例えば、水田と畑が混在しているような場合）には、区分ごとの負荷量を算定することは困難である。

一方、ある種類の作物が大面積でまとまって分布している等の場合には、この作物種別を対象として負荷量を算定する方が精度の向上が図れる。このことから、負荷量算定の際には、より効果的かつ適切に負荷量が把握できる手法を選択する。

③ 「直接負荷」については、湖沼等に直接流出する負荷であり、直接大気降下物負荷が挙げられる。

なお、湖沼等の底泥からの溶出、湖内での生物生産、ダム湖等では湛水区域内に残った樹木や田畑からの負荷などの「湖沼内部負荷」もあるが、本ガイドラインでは湖沼内部負荷の調査まで対象にしていない。

2.3 原単位と負荷削減対策の評価

2.3.1 原単位と原単位法

特定汚染源負荷の原単位とは、一般に工場・事業場、家庭その他の負荷発生源における単位当たりの発生負荷量又は排出負荷量をいう。

非特定汚染源負荷の原単位は、通常、土地利用ごとの単位面積当たりの負荷量のことを指す。

原単位法は、発生負荷量や排出負荷量の原単位に、それぞれの原単位に該当するデータ（フレーム）^{*1}を乗じることで発生負荷量や排出負荷量を算定する方法である。

非特定汚染源の排出負荷量等を把握するためには、現地調査（原単位調査）を実施することを原則とする。ただし、既往原単位の代用をする場合は、既往原単位が必ずしも普遍的に適用できるものばかりでないことに留意し、慎重に原単位を設定する必要がある。

*1：出荷額、人口、面積等のデータであり、これらは「フレーム」と呼ばれている。

<解説>

- ① 一般に、集水域からの汚濁負荷量を算定する方法として、汚濁負荷原単位を用いた原単位法がある。
- ② 原単位の単位は、工場等では製品または中間生産物の出荷額（量）、家庭等では人口が普通使用されている。
- ③ 非特定汚染源負荷の場合、原単位法で排出負荷量を算定するには、都市、農業、森林地域等それぞれの単位面積あたりの年間の負荷量（原単位）に、その土地利用別面積（フレーム）を乗じて負荷量を算定する。
- ④ 排出負荷量の原単位を設定するにあたっては、各排出源別（例えば森林地域等）の調査（水質、流量）を行い、調査地域（排出源）の流量と負荷量（排出負荷量）を把握し、そのLQ式（排出「LQ式」と称す）作成等を行うことにより、排出負荷量を算定する。それに負荷流出率を勘案することにより、湖沼等への流出負荷量を算定することができる。
(算定方法の具体例は「資料編Ⅱ[5]」参照)
- ⑤ また原単位法では、他事例の既往原単位を代用することにより、調査等の負担を低減できる特徴がある。

例えば、指定湖沼で設定されている原単位については、都市地域からの負荷に関して、野尻湖では千葉県の既往調査結果を、中海・宍道湖では千葉市の既往調査結果を参考にしている（後述「資料編Ⅲ」参照）。また、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」（社団法人日本下水道協会、平成20年9月）¹⁾（以下、「流総指針」と称す）に記載されている原単位も負荷量算定に用いられることが多い。

ただし、他事例の既往原単位は、その事例における固有の目的を持って個々の調査・研究に基づいて算定されている。このことから、**既往原単位が必ずしも普遍的に適用できるものばかりでないことに留意が必要である。**

他事例の原単位を代用する際には、そこで示されている既往原単位を無条件で使うべきではなく、代用しようとしている原単位の調査目的・方法、その既往調査対象地域の特性と負荷量を把握したい地域の特性の類似性、非特定汚染源負荷の特性（次項の「第2章 2.3.2 原単位の調査」参照）などに配慮しつつ、その妥当性について十分検討を行った上で**慎重に原単位を設定する必要がある。**

- ⑥ なお、本ガイドラインでは、**非特定汚染源の負荷量等を把握する現地調査（原単位調査）を実施することを前提とし、その考え方をとりまとめる。**このとき、非特定汚染源の負荷量は、時期や季節によって大きな変動があるため、原単位調査には、これらの変動をきめ細かく調査することが重要であるが、本ガイドラインで対象とする「**原単位の整理**」に際しては、

a) 湖沼等の水質改善のための基礎データとしての非特定汚染源からの総負荷量の把握

b) 非特定汚染源の負荷削減対策の検討のための負荷源別の排出負荷量の把握を目的としていることから、基本的には年間平均値として整理する。

このため、本ガイドラインでは、**非特定汚染源負荷の原単位を単位面積当たりの年間排出負荷量を算定する。**日本においてはその単位面積を1haとしている例が多いことから、その単位を「kg/ha/年」として表記する。ただし、「kg/ha/年」に代えて「kg・ha⁻¹・y⁻¹」と表記する場合や、haをkm²として「kg/km²/年」と表記する場合、特定汚染源負荷の原単位に多く用いられる日単位にあわせる場合などがあるので、**単位を確認した上でデータを活用することが必要である。**

2.3.2 原単位の調査

(1)非特定汚染源負荷の特性

非特定汚染源負荷は、特定汚染源負荷に比べて、その排出メカニズムが複雑であり、かつ環境条件等に大きく影響されるという特性を有している。

このため、非特定汚染源負荷調査では、これらの特性を踏まえ、次項に示すことに留意しながら調査を実施する。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷には次のような特性がある。
 - 1)非特定汚染源負荷は、特定汚染源とは異なり、降雨による短期・長期の影響が強く出る。
 - 2)原単位の精度は、その調査・研究の精度に依存する。また、原単位を求めることを目的としていない調査・研究にはそれぞれ固有の目的があるため、その成果を原単位として利用する場合には注意が必要である。
 - 3)原単位は、地理的条件、土壌条件、植生条件、気候的条件、人為管理条件等に大きく左右される。
- ② 非特定汚染源負荷調査は、非特定汚染源負荷の特徴を踏まえつつ、次項の点に留意しながら実施する。

(2)原単位調査時の留意点

留意点1

非特定汚染源負荷の特徴である「非定常性」と「非均質性」を原単位の反映させるため、年間を通じた調査及び地域特性等を考慮した調査を実施する必要がある。

非特定汚染源の負荷量調査にあたっては、連続的な流量観測と、降雨時詳細調査を含めた頻度の高い水質調査を実施し、様々な環境変動に対応した幅広いデータを取得・解析することにより、より実態に近い負荷量の把握に努めることが重要である。

<解説>

- ① 非定常性と非均質性とは、
 - 「非定常性」：時間スケールに応じた影響を大きく受けること（負荷量が時間とともに変動すること）。
 - 「非均質性」：自然要因や人為要因等の様々な環境条件の影響を大きく受けること。（気象や地形・地質・土壌・植生・人為的管理など多くの自然要因・人為的要因等の諸条件）

例えば、森林では1960年代の拡大造林期と現代では水物質循環の様相が大きく異なっている。市街地では自動車の保有台数や排出される窒素酸化物、粒子状物質の量が異なる(図2-8(1))。水田では施肥量などが変化している(図2-8(2))。このような背景から、原単位は時代とともに応じて変化している。

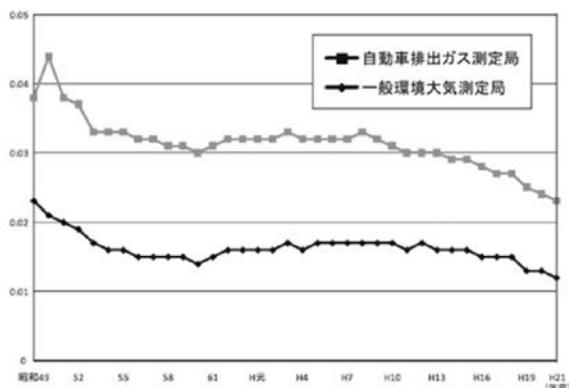


図 2-8 (1) 二酸化窒素濃度の年平均値の推移*1

*1: 「平成23年度環境統計集」(環境省総合環境政策局、2011) 2)

○新潟県コシヒカリ栽培における施肥基準の変遷

昭和62年 (成分: kg/10a)

主要地帯 (土性)	成分 施肥時期	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	
		基肥	追肥	基肥	基肥	追肥
下越北部 (壤質)		4	3~6	10	8	3
新潟平原地 (粘質)		3	2~5	7	6	2
中越 (粘質)		3	2~5	7	6	2
上越 (粘質)		3	2~5	7	6	2
山間地 (粘質)		4~5	3~6	10	8	3
佐渡 (粘質)		3~4	2~5	8	6	3

資料:新潟県「水稲移植栽培指針」

平成17年 (成分: kg/10a)

主要地帯 (土性)	成分 施肥時期	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	
		基肥	追肥	基肥	基肥	追肥
下越北部 (壤質)		3~4	2~3	8	8	3
平原地 (粘質)		2~3	1~3	7	6	2
	(砂質)	3~4	1~3	8	8	3
山間地 (黒ボク)		4	2~3	10	8	3
	(粘質)	2~3	1~3	10	6	3
佐渡 (粘質)		3	2~3	8	6	3

資料:新潟県「水稲栽培指針」

図 2-8(2) 施肥基準の変化の例*2

*2: 「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会 第2回資料」(農林水産省、2009) 3)

また、降雨初期(増水期)に高濃度の汚染物質が流出すること(ファーストフラッシュ)により、負荷量が降雨初期(増水期)と後期(減水期)で異なることがある。また降雨ピークが1度あるか、2度以上あるか(二山洪水)というように雨の降り方(洪水波形)でも負荷量が異なる。

農業地域においては、代かきや田植え、施肥等の時期で排出される負荷量が大きく変動する。さらに、農業地域では対象作物、森林地域では集水域内の地形や土壌、植生によって負荷量が異なる。

このように、非特定汚染源負荷量は、調査時期・年代などの時間スケール、調査時の降雨状況や発生源での時期別人為作用などによって異なっているように、気象や地形・地質・土壌・植生・人為的管理など多くの自然要因・人為要因に影響を受ける。そのようなわずかな環境条件の変化等により負荷量が大きく変動しやすい。

- ② このため、非特定汚染源負荷の特徴である「非定常性」、「非均質性」を十分に理解した上で、これらの特徴を考慮した調査計画を立案するとともに、**調査対象とする地域において詳細な実態調査を実施し、現地データを取得・蓄積していくことが重要である。**
- ③ **得られたデータの原単位について、より実態に近い調査に基づいているかなどの評価が重要である。**

非特定汚染源負荷に影響するわずかな環境条件^{*3}の変化等の状況を、詳細に把握・考慮しながら負荷量の変動等を捉えているか、などの観点からの評価が求められる。

例えば、農業地域においては、代かきや田植え、施肥等の時期・タイミングを捉えたきめ細かな調査が行われているかなどに留意する必要がある。

*3:気象や地形・地質・土壌、植生、人為的管理など多くの自然要因、人為要因

留意点2

原単位調査を行うにあたっては、調査結果のみならず、**その調査方法・条件等の情報を適切に記録する必要がある。**

<解説>

- ① 各々の地域、湖沼等において、厳密な調査を継続的に行っていくことは、負担が大きいことから現実的に困難である。このため、既往調査で記録された調査事例を蓄積することにより、将来、他の地域において原単位を代用しやすい仕組みを構築することが期待できる。
- ② 記録に際しては、例えば、農業地域においては、調査時期とそのときの農業の状況（代かきや田植え、施肥等の時期など）や対象とする作物などの情報を捉えておく必要がある。（後述「第3章 3.3.6 調査記録の必要性」参照。）

留意点3

十分な現地調査の実施が困難な場合や、現地調査そのものが実施できない場合は、**合理的な補完方法等を検討・実施する必要がある。**

<解説>

- ① 様々な理由により、十分な現地調査の実施が困難な場合や、現地調査そのものが実施できない場合も想定される。そのような場合、それらのケースへの**合理的な対処方法等を検討し、実施することが必要である。**

- ② 例えば、現地調査の検体数や調査回数等が限定されるような場合には、環境条件の変化が著しい時期（例：負荷量が急増するような時等）を狙った調査を実施し、条件変化を再現できるモデル等（例：洪水時に流量・水質調査を数回実施し、このデータに基づきLQ式を完成させる等）を検討・活用することにより、**解析等によるデータの補完を図る手法**が考えられる。

あるいは、今まで蓄積されてきた原単位等の調査結果を、**調査を実施した時の環境条件等を付帯した上で、その環境条件等になるべく合致した原単位を引用すること等により、実態にできるだけ近い負荷量を推定する等の手法**が考えられる。

留意点4

他事例の既往原単位を代用して負荷量を算定する際には、負荷量を把握したい当該地域と、代用する既往原単位の調査地域における環境特性等の類似性を考慮した上で、**環境条件等になるべく合致した原単位、実態に近い原単位を用いる必要がある。**

このためには、代用する他事例の既往原単位が算出されたときの調査について、どのような条件、地域特性の下でどのような方法で行われたか、**調査方法・条件、その地域特性を少なくとも確認する必要がある。**逆に、そのような調査方法・条件等の情報（記録）が少ない事例は、参考にするのに適さない可能性が考えられる。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷は、特定汚染源負荷に比べて、その排出メカニズムが複雑であり、かつ様々な環境条件（降雨状況、地理的条件、土壌条件、植生条件、気候的条件、人為管理条件等）などに大きく影響されるといった特性がある（前述の**留意点1**参照）。

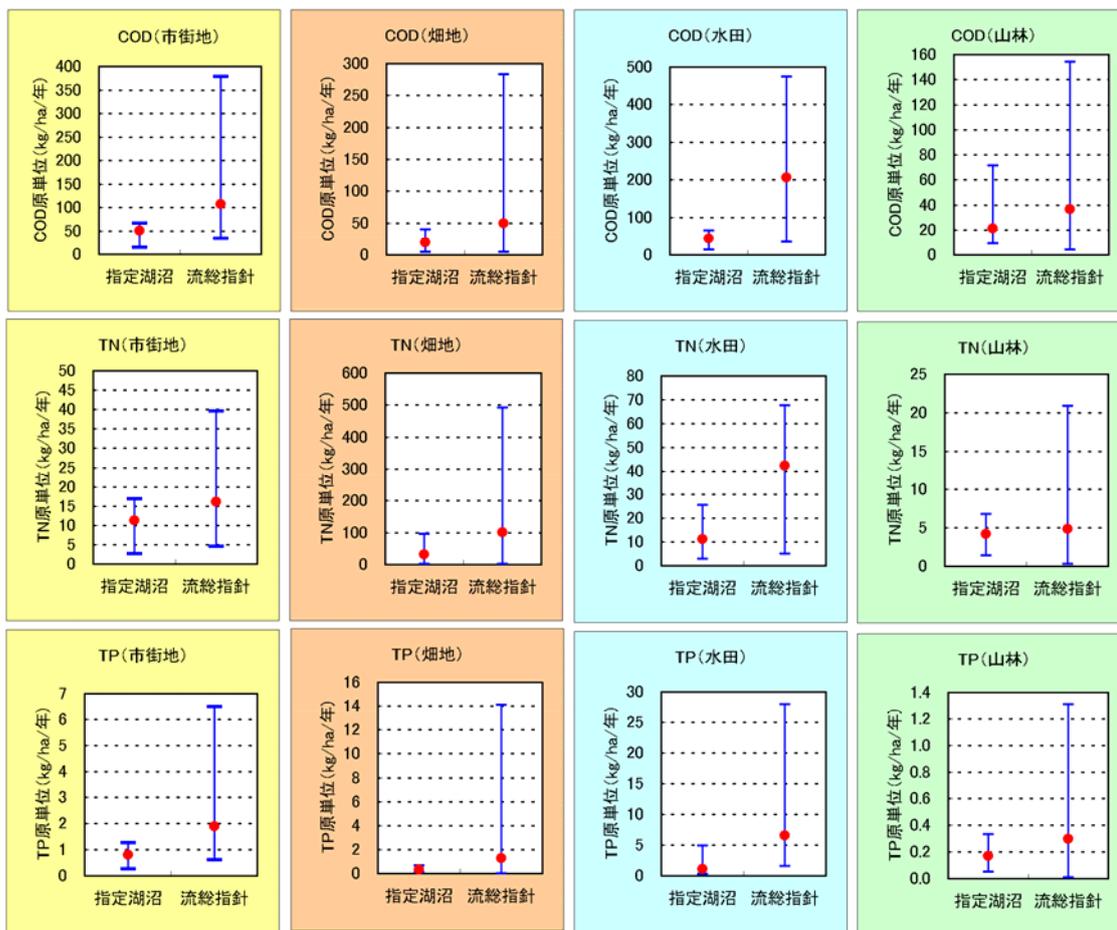
このため、そのときの調査状況（様々な環境条件の違い）に応じ、**土地利用が同じであるというだけで、他事例の原単位を用いて負荷量を算出するというのは、算出した結果と実態が大きく乖離することが懸念される。**

- ② **図2-9**は、指定湖沼の湖沼水質保全計画における非特定汚染源負荷に係る原単位の設定幅と、「流総指針」に記載されている原単位の範囲を示すとともに、それらの平均値、最大値、最小値を併記したものである。

これらを見ると、原単位については、各湖沼に応じてバラツキが見られており、特に畑地で著しい。また、指定湖沼の水質保全計画と流総指針で示されている原単位も差異が大きい状況にある。

このような差異は、原単位設定（調査）時の様々な環境条件（降雨状況、地理的条件、土壌条件、植生条件、気候的条件、人為管理条件等）の違いなどによるところが大きいと考えられる。

- ④ また既往の原単位を参考とする場合、古い年代に行われた調査結果に基づく原単位を代用している例が見られるので、その代用原単位における**調査時期・年代などや調査時の状況に留意する必要がある。**



● : 平均値
 I : 最小値～最大値の幅

データ数	COD		TN		TP	
	指定湖沼	流総指針	指定湖沼	流総指針	指定湖沼	流総指針
市街地	11	18	11	18	11	18
畑地	11	13	11	37	11	28
水田	11	8	11	11	11	9
山林	11	17	11	37	11	34

流総指針の水田は「総排出量」を対象にした。

図 2-9 指定湖沼の原単位の設定幅・流総指針の原単位の記載幅*4

*4 「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」(社団法人日本下水道協会、平成 20 年 9 月)¹⁾

2.3.3 対策実施による負荷削減効果の評価方法

本ガイドラインにおいては、対策実施後の排出負荷原単位は、対策実施による負荷削減率を組み込んだ式で表記する。

$$\text{対策実施後の排出負荷原単位} = U \times (1 - \alpha)$$

ここで、U：対策実施前の排出負荷原単位

α ：対策実施により得られる負荷削減率

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷の原単位は、前述のとおり、地域特性等によって異なり、例えば農業地域では、施肥量の大小、作物の種類等によって大きく異なる場合がある。このため、現地調査結果等の蓄積により原単位の見直しが行われ、精度の向上が図られている。この原単位の見直しの際には、非特定汚染源対策による単位面積当たりの負荷の削減量を見込んだ原単位を新たに設定し、負荷量の算定に使用していることが多い。

しかし、この方法では対策効果を明確に評価することができなくなることから、上記のように**対策実施による負荷削減率を組み込んだ式で表記する**。

- ② ただし、農業地域での対策の一つとして減肥対策が挙げられるが、例えば施肥量を50%に削減した場合においても、負荷削減率は一概に「50%」にはならない。

このため、**対策実施後の負荷量調査の実施、その結果に基づく効果の評価が必要であるとともに、これらの「負荷発生」から「負荷排出」の過程におけるメカニズムに関する知見の取得・蓄積が重要である**。

- ③ 非特定汚染源はそのメカニズムが複雑であることから、効果が明瞭に出現しないことが想定されるので、対策効果を見出すには **PDCA サイクルを活用しながら進めていくことが重要である**。このため、対策を講じるにあたっては、**対策実施後のモニタリングを実施し、その効果の評価まで行うことが不可欠である**。

(後述「第5章 5.1 非特定汚染源対策の検討に関する基本的考え方」参照)

第3章 非特定汚染源負荷の調査方法（総論）

3.1 集水域からの負荷量の算定方法

集水域から湖沼等に流出する非特定汚染源負荷量を算定する代表的な方法としては、次の2つが主に挙げられる。

- (1) 原単位法による集水域からの発生源別排出負荷量の算定
- (2) 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による湖沼等への流出負荷量の算定

非特定汚染源負荷量を算定するには、各々の特徴を勘案した上で状況^{*1}に応じ、それら手法を適切に扱うことが重要である。

<解説>

- ① **原単位法**による負荷量の算定は、特定汚染源負荷及び非特定汚染源負荷に係る原単位にフレーム値を乗じることにより、当該集水域における総排出負荷量を算定する方法である。

一方、流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）は、湖沼等へ流出する河川の流末において、流量観測及び水質調査を行い、その結果に基づいて当該河川集水域からの流出負荷量を算定する方法である。

原単位法は排出負荷量（各発生源からの排出負荷量の合計）を算出するものであるが、河川流出「LQ式」は河川の流下過程での浄化作用等の影響を受けている流出負荷量（負荷流出率が見込まれている負荷量）を算出するものという点で相違があることから、次のようにそれぞれの特徴も異なる（詳細は後述「第3章 3.2.1 非特定汚染源負荷量の算定方法」参照）。

- 原単位法の特徴は、非特定汚染源負荷の対策を行ったときの効果把握や、他地域の既往原単位を代用することによる**調査負担の低減などの長所**がある。ただし、原単位法により非特定汚染源からの排出負荷量を算出した後、湖沼等への流出負荷量を把握するには、**負荷流出率の設定が課題**であり、その設定次第では湖沼等への流出負荷量の実態との乖離が生じるおそれがある。
- 河川流出「LQ式」の特徴は、**湖沼等への流出負荷量の実態を捉えることができるなどの長所**がある。ただし、特定汚染源負荷と非特定汚染源負荷の区別がつかないため、非特定汚染源負荷の対策を行ったときの効果が把握しにくいことや、調査負担が比較的大きいなどの課題がある。

このため、非特定汚染源負荷量を算定する際には、**各々の特徴や調査・検討の目的等を勘案した上で状況^{*1}に応じ、それら手法を適切に扱うことが重要である。**

*1：調査対象の土地利用状況、湖沼等までの流下過程、環境特性など現地の状況、調査の実現性（調査の負担や実行可能の是非等）、調査目的などを見据える。

- ② 両者の調査・検討を同時に実施し、**排出負荷量と流出負荷量との関係から負荷流出率を求め、河川等における汚濁解析を実施し、負荷量の実態把握や対策検討に活用している例も見られている。**

3.2 非特定汚染源負荷量の算定方法

3.2.1 非特定汚染源負荷量の算定方法

集水域から湖沼等に流出する非特定汚染源負荷量の算定方法は、これまで多く用いられてきた原単位法を基本とする。

原単位法は、主に次のような手順で対象地域の負荷量を調査・検討する*1。

- 1) 都市地域、農業地域、森林地域等において、各々調査地域の排出地点で負荷量調査を実施。
- 2) 調査結果に基づき調査地域の排出地点における負荷量と流量の相関式（排出「LQ式」と称す）などを作成して調査地域の年間排出負荷量を計算。
- 3) 計算した年間排出負荷量と調査地域のフレーム（面積）より、調査地域の排出負荷原単位を算定。
- 4) その原単位を用いて対象地域の非特定汚染源負荷量を算出。

（原単位×対象地域のフレーム（面積））

*1：詳細は、次項「第3章 3.2.2 原単位法による非特定汚染源負荷量の算定」以降を参照。また算出方法の具体例は、資料編Ⅱ[5]を参照。

ただし、直接大気降下物負荷量などはLQ式を用いない(次章「第4章 4.1 直接大気降下物負荷の調査方法」を参照)。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷量の算定方法については、原単位法や流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」と称す）*2、シミュレーションモデルによる方法などがある。

*2:河川流出「LQ式」の調査方法や河川流出「LQ式」の使い方については後述「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法(河川流出「LQ式」)による調査方法」参照。

- ② 原単位法は、各汚染源による排出負荷量を把握できるため、非特定汚染源に係る対策の効果や将来の集水域の変化を捉えられることから、流域対策計画立案などを行うときに参考になりやすい。また原単位法は、他地域の既往原単位を代用することができ、調査負担を低減できる。しかし、他地域の既往原単位を代用するなどの場合、把握したい地域の環境特性等の類似性を考慮した上で、環境条件等になるべく合致した既往原単位、実態に近い既往原単位を用いる必要がある。ただし、負荷量を把握したい地域で実態調査を行わずに適切な既往原単位を代用することは容易ではない。

また原単位法の場合、負荷流出率の設定が課題であり、その設定次第では、湖沼等の水質シミュレーションを行う場合に必要な栄養塩溶出やDO消費速度等のパラメータの整合が困難になり、モデルの精度が低下するおそれがある（後述「資料編Ⅱ[1]」参照）。

- ③ 一方、**河川流出「LQ式」**は、湖沼等へ流出する河川の流末における特定汚染源負荷及び非特定汚染負荷を合わせた総流出負荷量を求める方法であるが、この総流出負荷量からその集水域内の特定汚染源からの負荷量を別途推定して差し引くことにより、非特定汚染源の負荷量を求めることができる。調査方法については「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による調査方法」に記載した。

本調査方法では、河川における実測調査の他に、特定汚染源負荷の排出量や流出率等に関する調査が必要であるため、簡便性に欠けるとともに、その精度は、特定汚染源負荷の排出負荷量とそれぞれの河川流末までの流出率の推定精度に影響されるところが大きく、非特定汚染源毎の負荷量内訳が不明となるため、非特定汚染源負荷対策の実施を目的として対策の効果や将来の集水域の変化等を把握する場合には本法での推定結果では十分でないおそれがある。原単位法を適用せずに河川流出「LQ式」のみで非特定汚染源負荷量を把握したい場合は、集水域に特定汚染源の負荷量が十分に小さいケース等に限ることが望ましい。

しかし、流出河川負荷量実測法は、原単位法によって求めた非特定汚染源負荷量との大まかな比較が可能であるため、原単位の妥当性等を検討したい場合には、必要に応じて調査を実施することが考えられる。

このため、**原単位や非特定汚染源負荷量の精度を確保するという観点から、原単位法、河川流出「LQ式」の両調査を同時に実施し、各調査結果に基づき排出負荷量と流出負荷量を比較し、原単位の妥当性や負荷量流出率の概算等を大まかに検討することが望ましい。**

- ④ シミュレーションモデル（特定汚染源負荷量も含む総流出負荷量を対象）を構築する際には、再現性を確保したモデルを構築することが重要である。ただし、モデル構築及びパラメータ等の取得のために多額の調査費用が必要になる等の課題がある。一方で、パラメータの少ないモデルでは、その精度が十分に得られない等の課題が挙げられる。
- ⑤ 以上のことから**非特定汚染源負荷量の算定方法は、現時点で費用対効果で優れている原単位法を基本とし、求める目的や精度等に応じて河川流出「LQ式」やシミュレーションモデルによる方法も併せて行っていくことが望ましい。**

3.2.2 原単位法による非特定汚染源負荷量の算定

(1) 算定の考え方

原単位法では、都市地域、農業地域、森林地域等において、土地利用特性に基づいて分類した用途区別に非特定汚染源負荷量を算定する方法を基本とする（表 3-1）。また必要に応じて、道路や屋根、作物種別等の細区分別排出源（表 3-1）から排出される負荷量を算定する。

<解説>

- ① 都市地域、農業地域、森林地域において、土地利用の用途区分^{*1}がそれぞれ比較的まとまって分布している場合に用いる。

*1：農業地域であれば水田地域・畑作地域・樹園地・牧草地等、森林地域であれば樹林地・竹林・草原原野等

都市地域では住居地域・商業地域・工業地域による区分が存在するが、これらの用途区分を分割しての原単位調査の既往事例は少ない。このため、当面は**住居地域・商業地域・工業地域等をまとめて都市地域としての負荷量を算定することを基本とする。**

なお、将来的には負荷量算定の精度向上をめざして用途区分を分割しての調査や算定を実施していくことが望まれる。

- ② これら原単位は、各地域の負荷排出源を総括的に捉えて実測した原単位であり、各地域の開発状況、農業形態と主要作物、土壌条件、気象等の人為・自然条件等の影響を受ける。このため、**それぞれの地域（用途区分別排出源）ごとに実測調査を実施することを原則とする。**

表 3-1 非特定汚染源の用途区分別排出源の種類

地域	用途区分別排出源
都市地域	住居地域、商業地域、工業地域等 ^{*2}
農業地域	水田地域、畑作地域、樹園地、牧草地等
森林地域	樹林地 ^{*3} 、竹林、草原原野等
その他	ゴルフ場、スキー場等

*1：住居地域・商業地域・工業地域等を分割しての原単位調査の既往事例は少ないため、当面は住居地域・商業地域・工業地域等をまとめて負荷量を算定する。

*2：荒地は森林地域の樹林地に含めている（後述「第4章 4.4 森林地域排出負荷の調査方法」参照）。ただし、荒地の中には休耕田などがあるので、その土地利用状況を踏まえて排出源を区分する。

- ③ 一方、これら用途区分がモザイク状に入り組んで点在している場合や、ある特定の作物が大部分を占めるような場合には、**道路や屋根、作物種別等の細区分別排出源（表 3-2）から排出される負荷量を算定する。**

例えば、畑作等の農業地域では、作物の種類に応じて施肥量が20倍も相違する場合や、ある特定の作物が大規模に栽培されているような場合には、作物種別に負荷量を算定することが望ましい。

ただし、このような細区分別排出源による方法は多大な労力を要することから、あくまでも補足的な方法であることに留意する。

表 3-2 非特定汚染源の細区分別排出源の種類

地域	細区分別排出源
都市地域	道路、屋根、公園、駐車場等
農業地域	作物種別（水稻、ハス田、キャベツ、ナス、茶等）
森林地域	植生区分別（針葉樹人工林（スギ、ヒノキ等）、二次林、天然林等）

(2) 算定方法

集水域からの非特定汚染源負荷の年間排出負荷量は、用途区分*i*で実測した排出負荷原単位、その用途区分での対策実施による負荷削減率、対策実施地域の面積率及び当該用途区分の面積により次式によって求める。

$$L = \sum_{i=1}^n (U_i \times A_i \times (1 - \beta_i) + U_i \times (1 - \alpha_i) \times A_i \times \beta_i) = \sum_{i=1}^n (U_i \times A_i \times (1 - \alpha_i \times \beta_i))$$

n : 用途区分の数

L : 非特定汚染源負荷の年間排出負荷量 (kg/年)

U_i : 用途区分*i*の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

α_i : 用途区分*i*における対策実施による負荷削減率

β_i : 用途区分*i*における対策実施地域の面積率

A_i : 用途区分*i*の面積 (ha)

用途区分別負荷原単位は、基本的には対象集水域で実測によって設定する。やむをえない場合は、対象集水域に類似した他の集水域で実測した結果、又は文献で得られた値を活用してもよい。ただし、その適用性については十分な検討が必要である。

<解説>

- ① 各用途区分からの非特定汚染源排出負荷原単位は集水域の土地利用状況、その主要産物、農業形態等によって異なるのが普通である。このため、その集水域の代表的特性を有する地域を選び、用途区分別(表 3-1)の原単位を調査する。
- ② 集水域内の土地利用形態が多様性に富んでおり、用途区分別の原単位法が適用し難しい場合には、細区分別(表 3-2)の原単位法を用いる。なお、この場合、負荷量の算定方法は用途区分別の原単位法に準じる。

- ③ 用途区分の分割及び各々の用途区分面積は、次のように整理する。
- 1) 集水域を所轄する自治体の関連部局が取りまとめた統計資料に基づき、**代表的な用途地域に分類し、市町村または行政区界別にそれぞれ分類した地域の面積を整理する。**
また、**国土数値情報**では国土地理院の2万5千分の1地形図により計測した値を基準に、面積値を公表しているのも一つの方法である。
 - 2) 次に、地形図等により**集水域を流域ブロック別に分割し、それぞれの流域ブロックに属する各地域に対応する面積を整理する。**

3.3 非特定汚染源負荷の調査に係る基本的考え方

非特定汚染源負荷の調査を実施するにあたり、その基礎情報となる原単位の調査に係る基本的な考え方を整理した。

なお、詳細な留意事項等については、都市地域、農業地域、森林地域等の各地域の調査方法の項を参照されたい。

3.3.1 調査計画の立案に関する事項

非特定汚染源負荷の原単位の調査計画の立案にあたっては、本ガイドラインを参考とするとともに、必要に応じて、地元の大学等の経験のある研究者に指導・助言等を仰ぐことを推奨する。

また、自治体の環境に係る調査研究機関等に、環境保全の視点に立った非特定汚染源負荷の調査等について相談することが望ましい。

3.3.2 調査集水域及び調査地点設定の基本的考え方

調査集水域の設定にあたっては、当該集水域を代表すると考えられる流域を選定するとともに、原則として、特定汚染源負荷及び他の非特定汚染源負荷を多く含まない集水域^{*1}を選定する。

^{*1}:例えば、都市地域の負荷量を把握するとき、調査地域に特定汚染源や都市地域以外（森林地域等）があまり含まれていない集水域を選定する。

調査地点の設定に際しては、非特定汚染源負荷の特徴である非均質性を十分考慮し、事前に当該集水域の情報を十分に把握・整理した上で、当該集水域の水質等の特性を代表する地点を選定する。特に、非特定汚染源負荷が降雨に大きな影響を受けることに留意し、調査対象とする集水域の規模や流出特性等を十分に踏まえた地点設定が必要となる。

<解説>

- ① 一般に調査集水域は数 ha～数 10ha を対象とすることが多い。ただし、それよりも広い場合には必要に応じて複数の地点を配置する。
- ② また地下浸透や中間流出による負荷も把握できる地点を設定することが必要である。
- ③ さらには、対策実施による負荷削減効果を定量化するのに有効な方法として、対策前後の負荷量把握や、対照流域法^{*2}による調査が挙げられ、この調査に適した集水域選定や地点設定も検討する（対策効果の評価のための調査は、後述「第5章 5.5 負荷削減対策の評価方法」参照）。

^{*2}:地形、植生、気象条件等が類似した近接する複数の集水域において、対策を実施した場合としない場合の水質や負荷量等の相違を比較し、対策効果を定量的に求める調査方法。

3.3.3 調査期間・時期・頻度等の基本的考え方

調査の期間は、気象、水文、生物等のサイクル等を考慮し、1年間を基本とする。非特定汚染源の負荷量は、その年その年の気象条件等により大きく変動することから、原則として3年間以上の継続調査を実施することが望ましい。

<解説>

- ① 継続しての調査が困難な場合には、必要に応じて補足調査等を実施し、経年的な変動の状況を把握しておくことが重要である。

調査時期、頻度は、非特定汚染源負荷が降雨等の影響や各種環境条件の影響を大きく受けることを踏まえ、次のような時期及び頻度が挙げられる。調査では、様々な環境変動に対応した幅広いデータを取得し、対策の検討に役立てることが望ましい。

1) 流量：連続観測を原則とする。[次項「3.4.1 流量観測」参照]

2) 水質：以下 a)～c)を原則とする。

a) 定期調査：週1回～月1回程度

b) 降雨時：下記複数回の降雨の中で確率規模^{*1} 1/1年以上（1年に1回発生するような規模）の降雨時のデータは把握しておくことが望ましい。
[後述の「資料編Ⅱ[4]」参照]

*1: 確率規模とは、降雨規模を示す表現であり、例えば確率規模 1/10年の降雨という、「1年のうちに発生する確率が1/10(10%)の降雨規模」を意味する。これを便宜的に「10年に1度発生する降雨規模」という表現で使っている。

○都市地域・森林地域 年4^{*2}～6回以上

*2: 四季の各季1回以上で合計4回以上。

○農業地域 年3^{*3}～5回以上

*3: 例えば、水田の場合、代かき期、代かき後、非かんがい期の各期1回以上で合計3回以上。また、畑作地・樹園地・牧草地では、降雨時の流出負荷が主体となることから、降雨時詳細調査の回数を増やすことが望ましい。

c) その他負荷の排出に影響を与える各種イベント時における詳細調査

各種イベントとして、例えば、水田では代かきや田植え時期、施肥の直後が、森林では融雪出水等が想定される。

3.3.4 調査項目に係る基本的考え方

調査項目としては、「第2章 2.2.3 対象とする水質項目」に示した水質調査を実施することを基本とする。必須項目はもちろんのこと、標準項目についてもできるかぎり調査を実施することが望ましい。

<解説>

- ① 自治体の環境センターや地元の大学等との共同調査・共同研究等として実施できれば、労力や費用の軽減のみならず、精度の高いデータ解析等が実施できるなどの効果が見込まれる。
- ② なお、補助項目については調査頻度が低くても構わないので、必要に応じて時々必須項目と同時に調査を実施し、その構成比率等の情報を得ておくことが望ましい。その結果、効果的な対策検討やモデルパラメータへの応用が可能となる。

3.3.5 調査結果の検証に係る基本的考え方

非特定汚染源負荷の原単位調査によって得られた結果については、他の原単位調査結果と比較するなど、必ずその原単位の妥当性等を検証することが重要である。

<解説>

- ① 原単位調査によって得られた結果について、近傍の既往調査結果や、その調査地域で過去に調査を行っていればそのときの結果等と比較を行い、その差が大きければ、その要因を検討しつつ、行った原単位調査が妥当であったかを大まかに確認する。
ただし、比較対象の既往調査結果については、そのときの調査背景や実施状況等の記録が適切に残されているものを参考にする(次項「3.3.6 調査記録の必要性」参照)。
- ② このほか、原単位調査に併せ、河川流出「LQ式」の調査による検証を実施することは、より実態に即した原単位を把握できる手がかりとなる。
(後述「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法(河川流出「LQ式」)による調査方法」参照)
- ③ また、得られた成果は、可能な限り学会誌等に公表し、科学的根拠を明確にしてトレーサビリティの確保に努める。これによって、有効なデータや技術・ノウハウ等の蓄積に努める。

3.3.6 調査記録の必要性

原単位の調査を行うに際しては、調査結果のみならず、その調査方法・条件等の情報を適切に記録することも重要である。

そのような調査記録を充実し、負荷量調査事例の蓄積を図る必要がある。

<解説>

- ① 各々の地域、湖沼等において、厳密な調査を継続的に行っていくことは、負担が大きいことから現実的に困難である。このため、そのように記録された調査事例を蓄積することにより、将来、他事例の原単位を代用しやすい仕組みを構築することが期待できる。
また過年度の調査結果を適用して負荷量の算出する際にも、その適用性を検討するためには、そのような記録は必要不可欠の情報となる。
- ② 調査においては、以下のような情報を記録する。

○行われた調査背景

集水域情報、土地利用情報、調査地点の緯度・経度、調査時期・方法（採水方法、頻度、項目等）、気象情報（降雨状況、観測地点）、流量、原単位の算出方法など。

○得られた原単位の数値（調査結果）

- ③ なお、(公社)日本水環境学会 ノンポイント汚染研究委員会では、今後の原単位のあり方の検討に資することを目的とし、既往文献等における負荷量調査の情報を収集し、そのデータベースの構築を行っている*。そのときまとめられた情報データシートは、表3-3に示すとおり、調査手法・条件などの情報を記載できるシートになっている。

*引用文献：(公社)日本水環境学会(2012)「非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究」⁴⁾

表 3-3 原単位関連調査の記録シート（データシート）の例*

【管理#】	mk10	105								
文書情報	表目・資料名	平成6年度琵琶湖研究所委託研究報告書 都市域地表堆積汚染物および降雨時流出負荷量調査								
	著者名	滋賀県琵琶湖研究所、山田洋								
	収録誌名	雑誌	収録年 1995							
分類と目的	都市	1	目的: 異常出水後の都市域から琵琶湖への汚濁負荷量の予測 コメント: 1年目霖水年(1994年の降雨860.5mm)および2年目平水年(1996年の降雨1365mm)における都市域からの年比負荷量の予測 特記事項:							
	農地									
	林地									
	流域									
	その他									
地点情報と流域情報	地名:		経度:							
	標高:		緯度:							
	都道府県:	滋賀県	形状係数:							
	水系:		平均勾配:							
			流域面積:							
			道路延長:							
			河川次数:							
土地利用情報	都市									
	農地									
	林地									
	その他									
時期と調査方法	観測開始日:		水質観測回数							
	観測終了日:			観測回数						
	観測期間:		流量観測回数							
	マニュアル:	実測値								
	自動採水器:	観測値(第三者提供)								
	その他:	モデル等推測値								
コメント:	その他:									
降雨時調査	降雨時調査実施の有無:		(コメント1)降雨強度など							
	観測イベント:		(コメント2)その他							
	最小雨量(mm):		先行積天日数、継続時間など							
	最大雨量(mm):									
気象情報	表測:		実測 方法:		モデル	モデル名:				
	観測値の利用:		場所:			(コメント):				
	モデル等推測:		アメダス地点:							
	その他:		観測値 提供機関:		その他	アメダス地点:				
			観測地点:			(コメント):				
			アメダス地点:							
対象物質	全窒素(TN):		全リン:		T-COD(Mn):		SS:		重金属:	
	溶存態窒素:		溶存態リン:		D-COD(Mn):		濁度:		(コメント):	
	硝酸:		リン酸態リン:		TOC:		(コメント):		その他:	
	亜硝酸:		その他:		その他:		(コメント):		(コメント):	
	アンモニア:		コメント:		コメント:					
	その他:									
	コメント:									
	原単位(結果)	窒素	数値:	1年目2.01	2年目2.35					
			単位:	t/km ² ・年						
			原単位の求め方:	都市地表面(不透透面)堆積汚染物調査、降水、降下物調査、堆積物降雨時流出負荷量調査によるデータからの予測計算であるが詳細は不明						
リン		数値:	1年目0.311	2年目0.401						
		単位:	t/km ² ・年							
		原単位の求め方:	都市地表面(不透透面)堆積汚染物調査、降水、降下物調査、堆積物降雨時流出負荷量調査によるデータからの予測計算であるが詳細は不明							
有機物		数値:	CODとして 1年目6.95	2年目8.04						
		単位:	t/km ² ・年							
		原単位の求め方:	都市地表面(不透透面)堆積汚染物調査、降水、降下物調査、堆積物降雨時流出負荷量調査によるデータからの予測計算であるが詳細は不明							
TOC		数値:								
	単位:									
	原単位の求め方:									
SS	数値:	1年目127.8	2年目140.8							
	単位:	t/km ² ・年								
	原単位の求め方:	都市地表面(不透透面)堆積汚染物調査、降水、降下物調査、堆積物降雨時流出負荷量調査によるデータからの予測計算であるが詳細は不明								
その他	数値:									
	単位:									
	原単位の求め方:									
その他	都市地表面(不透透面)堆積汚染物調査、降水、降下物調査、堆積物降雨時流出負荷量調査による長期霖水時の堆積堆積量、流出負荷量を予測計算									

*引用文献：(公社)日本水環境学会(2012)「非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究」⁴⁾

3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術

非特定汚染源負荷の調査手法は、原則として流量と水質を調査し、その負荷量を算定する手法を基本としていることが多いため、本項では地域を問わず共通的に求められる調査手法の基礎技術を記載した。

(1) 流量観測

- ・水位の連続観測
- ・連続流量データの算出

(2) 水質調査

- ・定期調査
- ・降雨時詳細調査
- ・イベント時詳細調査

(3) 排出「LQ式」*による年間排出負荷量の算定

* 排出「LQ式」とは、排出源（排出地点）での流量と負荷量から作成するものであり、排出負荷量を算定するのに活用する。

一方、河川流出「LQ式」とは、湖沼等へ流出する河川の流末（流入地点）での流量と負荷量から作成するものであり、湖沼等への流出負荷量（排出源から河川等を伝わって湖沼等へ流入する負荷量）を算定するのに活用する。（後述「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による調査方法」参照）

3.4.1 流量観測

(1) 水位の連続観測

流量観測は、量水堰（三角堰）の設置と自記水位計の連続観測により**流量の連続データ**を得る方法を基本とする。

量水堰の設置が困難な場所等では、自記水位計により水位を連続観測するとともに、定期的実施する流量の直接観測時における**水位と流量の関係**を**水位流量（H-Q）式**として整理し、これに水位の連続観測データを代入することにより、**流量の連続データ**を得る（**水位から流量への換算**）。

連続観測が困難となる場合は、水質調査時に併せて**流量の直接観測**を行うとともに、（行政等による）既設**水位・流量観測所のデータ**を参考にするなどの対応を図ることが望ましい（例えば、集水域面積比による変換、降水量からの換算など）。

<解説>

- ① 量水堰（三角堰）を設置するとともに、自記水位計によって水位を連続観測し、**流量の連続データ**を得る。

なお、降雨時詳細調査では、10分間隔での流量変動を把握する必要があることから、これらの時間間隔に対応できる水位連続観測を実施する必要がある。

- ② 量水堰の設置が困難な場合には、自記水位計による水位の連続観測の実施中において、流量観測を複数回実施し、水位と流量の関係を水位流量式（H-Q 式）として整理し、流量の連続データを得る方法（水位から流量への換算）もある。

なお、より適切な H-Q 式を作成するためには、降雨時や渇水時等の様々な流況における水位・流量観測を実施しておくことが必要である。

- ③ 小規模な水路等の場合には、パーシャルフリューム式流量計（限界流流量計）を利用する場合もある。量水堰と同様に、水位データから流量を求めることができるが、大きな流量には対応できないことに留意する必要がある。

- ④ しかし、次のような場合は、連続観測が困難となることがある。特に、都市地域や農業地域では、小規模な水路や排水管等が調査対象となることが多いので、量水堰（三角堰）の設置や連続観測が困難となるおそれがある。このようなときは、流速計測法、容積法や浮子法による直接観測することを視野に入れて流量を把握する。

- 調査対象が排水管である場合
- 流水が降雨時以外はほぼ無水状態にある場合
- 水路等の状況から機器設置が難しい場合
- 管理者との観測機器設置に関する調整が難しい場合
- 経済性の観点から連続観測が難しい場合

など

例えば、**図 3-1** は、樹園地流出部の流量・水位観測結果であり、上段が流量、下段が水位を示したものである。低流速となる時間帯では流量 $0\text{m}^3/\text{s}$ 、水位が数 cm 程度となっているが、そのようなケースを測定できる流速計・水位計の機器があまり無いのが実態である。

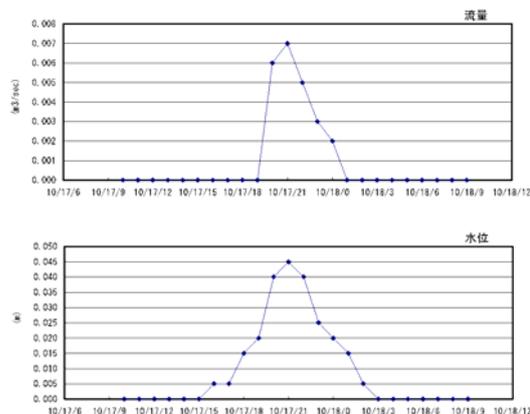


図 3-1 流量・水位の例（樹園地流出）

1) 水位観測地点の選定

水位の観測地点は、量水堰が設置可能な場所とし、特に量水堰の規模（流量を確保しやすいこと）を考慮して、数 ha～数 10ha の集水域面積である地点を選定する。また、観測に便利な場所や危険の少ない場所を選定することも重要である。

<解説>

- ① 量水堰の設置が困難な場合には、水位と流量の観測が可能な地点を選定する。その際、河川断面が既知の地点を選定することにより、水位－断面積式（H-A 式）の作成が容易となり、流水断面を機械的に求めることができる。
- ② ただし、調査対象の状況等によっては、量水堰（三角堰）の設置や連続観測が困難となるおそれがあることから、（行政等による）既設水位・流量観測所が調査対象地

付近にあれば、それら観測所の**既往データ**を参考することを見据えて観測地点を選定する。

（行政等による）既設水位・流量観測所の既往データは、連測観測の結果を確認する上でも参考となる可能性があるとともに、場合によっては、流量観測を行わなくとも、既設観測所データで代用できる可能性もある。このため、そのような**既往データ**が存在する場合、そのデータを活用することが望ましい。

2) 水位の連続観測方法

水位の連続観測は原則として**自記水位計**により実施する。

<解説>

- ① 自記水位計の選定は、機器の特徴だけでなく、**設置環境、費用**（設置費・維持管理費を含む）、**データ処理の手間等**も考慮して選定する。また、水位の連続観測結果はデータ数が膨大になるため、**デジタル処理**を行う。

自記水位計の種類としては、水圧式水位計、フロート式水位計、超音波を利用した水位計、気泡式水位計、リードスイッチ式水位計等があるが、水圧式水位計又はフロート式水位計を用いるケースが多い。

(a) 水圧式水位計(水晶式，ダイヤフラム式)

水圧式水位計は、圧力感受部を水中に設置するため、流木・転石による破損の可能性や河床に埋設されるケーブルの断線に注意を要する。ただし、観測井の設置が不要であり、少量の土砂が被っても水圧が伝達されていれば測定できるという長所がある。

(b) フロート式水位計

フロート式水位計は、観測井内にフロートを浮かべ、フロートに結んだワイヤーをプーリーに掛けて水位の上下動をプーリーの回転に変換して記録装置のペンを動かす仕組みとなっている。流れの影響と波動等による水面の鉛直昇降を消すために観測井と観測井に水を導くために横導水管(または横穴)を設置する必要があり、比較的費用を要し、観測井や導水管のメンテナンス等も必要となる。ただし、電気がなくても観測が可能であり、電子技術を取り入れていないため観測担当者でも比較的修理しやすいといった長所がある。

(c) その他

その他の水位計としては、超音波式水位計やひずみゲージ式水位計などが挙げられる。前者は、流体中を伝搬する超音波の速度又は周波数が流体の流速によって変化することを利用して計測するものである。後者は、地下水等の水位変動を測定するときに大気圧変動の補正を必要としないので、水位を精度よく測定できるものである。

3) 流量の観測方法

量水堰の設置が困難な場合には、**流量の直接観測**が必要となる。流量の観測は、観測地点における**流水断面及びその断面を通過する流速**を測定し、両者の積により**流量を求める方法**（流速計測法、**図 3-2(1)**上段、**図 3-2(2)**）とする。

（特に都市地域や農業地域などでは既存 H-Q 式がない場合が多い。この場合は、観測地点の流水断面測定、流量の直接観測を行って H-Q 式を作成する。

<解説>

① 詳細な事項については、「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 調査編」（（社）日本河川協会編（平成 10 年））⁹⁾を参照されたい。

② ただし、（特に水路や管路など）低水位・低流量時における自記水位計や量水堰による観測は困難となりやすい。また、平常時に無水状態(流出水がほとんど無い)の場合、連続測定が難しくなる。このような場合、次の方法を見据える。

○ 調査対象が排水管等である場合、流れている水をポリタンクなどに導き、**タンクが一杯になる時間を測定して流量を求める「容積法」**の方が計測できることがある（**図 3-2(1)**下段）。



連続観測水位計



流速観測状況

○ 大規模な降雨時や用水路などにおいては、浮子を流して流速を求め、**その流速と川の断面積から流量を算出する「浮子法」**などもある。



容積法

図 3-2(1)
流量観測状況の例

③ 以上のことから、流量の直接観測方法では、前述の量水堰や水位の連続観測、流速計測法のほか、容積法や浮子法も視野に入れ、調査対象の構造（流水路形状）、流水の状況、管理者との調整、経済性等の観点から手法を選定することが望ましい。

水位測定状況



流速測定状況



図 3-2(2) 流量観測状況の例

(2) 連続流量データの算出**1) 量水堰（三角堰）の場合**

量水堰（ここでは、直角三角堰の場合）での水位観測結果を流量に換算する方法は、次式により表される。なお、詳細は「JIS B 8302」を参照されたい。

この式に、連続した水位データを代入し、連続流量データを算出する。

$$Q = k \cdot h^{5/2}$$

Q : 流量 (m³/min)

h : 堰のヘッド (m)

k : 流量係数

ここで、 $k = 81.2 + 0.24/h + (8.4 + 12/\sqrt{D})(h/B - 0.09)^2$

B : 水路の幅 (m)

D : 水路底面から切欠底点までの高さ (m)

ただし、次の適用範囲に限る。

$$B = 0.5 \sim 1.2\text{m} \quad D = 0.1 \sim 0.75\text{m} \quad h = 0.07 \sim 0.26\text{m} \quad h \leq B/3$$

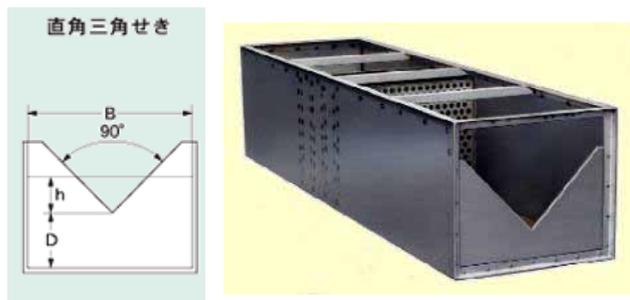


図 3-3 量水堰（三角堰）の形状とイメージ図（箱型の場合）

2) 水位流量（H-Q）式の場合

量水堰の設置が困難な場合においては、流量と水位の直接観測結果を整理して水位流量（H-Q）式を作成し、この式に連続した水位データを代入し、連続流量データを算出する。一般に、河川の H-Q 式は次式によって表される。

$$Q = a \cdot (H + b)^2$$

Q : 流量 (m³/s)

H : 水位 (m)

a, b : 定数

<解説>

- ① 直接観測による水位・流量測定結果を基に、最小二乗法、又は最適解を求めることにより H-Q 式を導く。
- ② 低水位時や高水位時には、H-Q 式が直線を外れることがあるため、流量規模別にグループ分けして相関式を作成することにより精度向上を図る必要がある。

3.4.2 水質調査

水質調査は、(1)定期調査、(2)降雨時詳細調査、(3)イベント時詳細調査を実施することを基本とする。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷は、降雨に伴って流出する機会が多いことから、降雨時におけるきめ細かい調査が重要となる。
- ② 水田では代かきや田植え時期、施肥の直後、森林では融雪出水等が生じる場合には、概ね数時間間隔で数日間において調査するイベント時詳細調査を実施することが望ましい。

(1) 定期調査

定期調査は、非特定汚染源負荷の長期的な変動や季節変動等を把握することにより、効果的な対策を検討・実施することを目的とし、定期的に水質調査を実施する。

1) 調査頻度

調査は、通年の季節変化を捉えるために、1年を通じた調査として各月で行うこととし、その頻度を基本的に週1回～月1回程度とし、晴天時・降雨時にかかわらず実施する。

2) 調査地点

調査地点は、基本的に水位、若しくは流量観測地点とする。ただし、量水堰を設置している場合は、堰上流の流水が停滞してない場所で採水する。

3) 調査項目

水質の分析項目は、前章の表 2-2 に示した項目とする。

<解説>

- ① 現地において調査時刻、天候、気温等の情報を記録する。また、調査地点等の水質特性の基礎情報となる水温、電気伝導度等の水質項目も測定しておくことが望ましい。

(2) 降雨時詳細調査

降雨時詳細調査は、降水量 10～20mm 程度以上の降雨や、100mm を超えるような大規模降雨を対象とする。各降雨について初期流出の負荷とともに1降雨において流量変動に応じる全負荷を捉えられるような調査を実施することが必要である。このため、降雨初期から、概ね降雨前の流量に戻るまで継続的に水質調査を実施する。

なお、調査地点及び調査項目は、定期調査に準じる。

<解説>

- ① 降雨時詳細調査は、雨水流出による表面流出や河床堆積物の流出による負荷量を把握する目的で行う。

降雨時には表面流出が生じるとともに、流量の増大に伴って掃流力が増大するため、河床堆積物の流出が起こり晴天時の負荷量よりも大きくなる。また、1降雨当たりの負荷量は降雨強度等の違いによって変動するため、これらの関係を実測調査することが重要である。

特に降雨初期の「初期流出（ファーストフラッシュ）」時には高濃度となることが経験的に知られている。このため、その持続時間、流量との関係は降雨の状況や水質項目ごとに異なることから、データの積み重ねを必要とする。

なお、先行晴天日数（調査前に10mm/日以上降雨がない日数）は、3日～1週間程度を目安にすることを基本とする。〔後述の「資料編Ⅱ[2]」参照〕

- ② 少量の降雨の場合は雨水が土壌等に保水され、負荷がほとんど流出しないため、10～20mm程度以上の降雨が生じた場合を調査対象とする。

調査を実施する降水量は、集水域の規模や開発状況等によって異なるが、a)都市地域では10mm程度以上、b)農業地域または森林地域等では20mm程度以上を目安とする。しかし、降雨前には総降水量の予測が立てにくいいため、天気予報等の情報を十分に収集するとともに、自動採水機等を用いるなど、余裕を持った調査計画を立案する必要がある。

ただし、例えば20mm以上の降雨は、地域によって頻度が多くない可能性がある。このため、調査時の降水量は、気象庁等の過去の降雨データより調査地域の降雨頻度等の特徴を把握しながら設定する（農業・森林地域でも、地域の降雨状況に応じ10mm程度以上の場合での調査実施もありえる。後述の「資料編Ⅱ[3]」参照）。

- ③ 100mmを超えるような大規模降雨の場合は、土壌の浸食等を伴い大きな負荷が排出されるため、このような時に調査を実施することが重要となる。ただし、その場合、安全の確保について十分に留意する必要がある。

- ④ また、年間においては、複数の降雨で調査を実施する。

○都市地域・森林地域 年4*1～6回以上

*1 四季の各季1回以上で合計4回以上。

○農業地域 年3*2～5回以上

*2 例えば、水田の場合、代かき期、代かき後、非かんがい期の各期1回以上で合計3回以上。また、畑作地・樹園地・牧草地では、降雨時の流出負荷が主体となることから、降雨時詳細調査の回数を増やすことが望ましい。

- ⑤ その複数回のうち1降雨以上は1年に1回発生するような規模の降雨までを含めて調査対象とすることが望ましい(高流量時の負荷量の状況を把握するため。後述の「資料編II[4]」参照)。
- ⑥ また、降雨時には流量が大きく変動するため、また、より実態に近いH-Q式を作成するためにも、採水と同時に直接観測法^{*3}により水位を観測し、自記水位計が正常にデータを記録しているか等の点検を実施することが望ましい。
- ^{*3}:直接観測法は、橋桁等にあらかじめ量水板やメジャー等を設置したり、既設の量水板を利用するなどにより水位を観測するものである。
- ⑦ 調査地点は、アクセス性、機器等の管理性、調査の安全性などを勘案して選定する。例えば、降雨時は水位・流量の増加が想定されるため、安全に採水・観測ができる橋上や調査がしやすい箇所(断面が把握しやすい、蛇行していない等)を選定する。

1) 調査の時間間隔と継続時間

降雨時詳細調査における調査の時間間隔は、集水域の規模によって異なるが、概ね初期は30分～60分間隔程度、ピーク流量の直後は1時間～数時間間隔、その後は水位低下に応じて調査を実施し、増水期（降雨初期含む）、ピーク期、減水期の状況を捉える。

調査継続時間は、原則として降雨開始直前あるいは水位上昇前から、流量が降雨前の状況にほぼ戻るまでとする。

<解説>

- ① 特に都市地域の排水路等では、初期流出（ファーストフラッシュ）時に高濃度となることが経験的に知られているが、ピークの現れ方、持続時間と流量との関係等は、降雨の状況や水質項目、地域特性ごとに異なる。このため、降雨開始から初期流出までの時間、ピークの継続時間、流量・水質が低減するまでの時間等の降雨状況を事前に予想し、降雨規模による調査開始時期及び終了時の設定を行うことが必要である。また、原則として降雨開始あるいは水位上昇^{*4}以前から採水を実施しておくことが必要である。これに対応するための調査実施体制をしっかりと構築しておくことが肝要である。

^{*4}:調査地点で雨が降っていないくとも、その上流で降っている場合などがあるため。

- ② 調査継続時間は原則として流量が降雨前の状況にほぼ戻るまでとするが、降雨が波状に起こることがしばしばあり、現場での決定には悩まされる。このため、日頃から降雨後の流量低減の様子を観察しておき、流量が戻るまでの時間を調査時間の目安として、ピーク終了後から安定するまでの時間に5～6回程度採水できるような時間間隔を現場の実情に合わせて設定しておくことを推奨する。

なお、調査終了の判断は、降雨の停止、水位及び流量が一定になっていることを現地で確認するとともに、携帯電話やインターネット（アメダスや国土交通省の水文水質データベースホームページ）等を利用して降雨雪・雨雲状況を確認しながら

行う。一方、現場に向かわない情報収集班は、気象や流量等の既設観測所などの情報を収集しながら現場作業の支援ができるよう、**情報収集班と現場作業班の連絡体制を確立しておく。**

- ③ ただし、分析できる検体数に限りがあり、現地の状況に応じ現場でピーク流量等の時期の判断が難しいなどの場合には、**採水・測定間隔を一定（例えば 30～60 分）に行い、後に降雨や流量データ等と照合しながら、初期流出やピーク流量時期を勘案し、試料を選定することも見据える方法がある（図 3-4 参照）。**

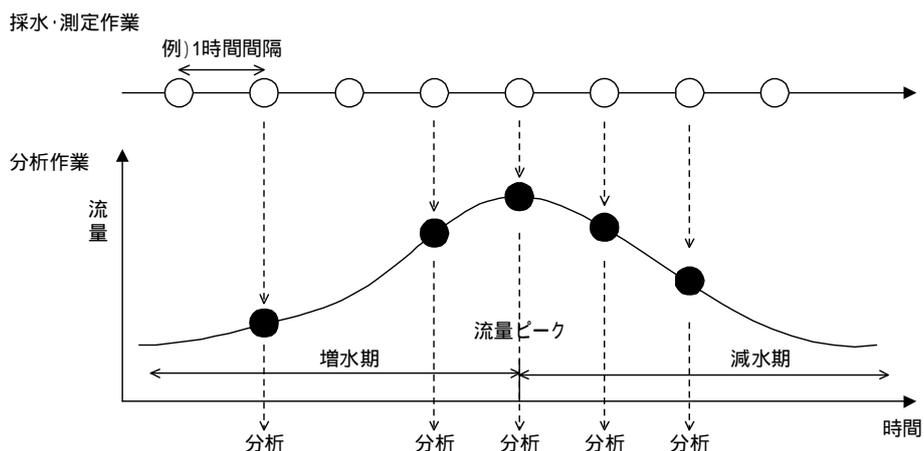


図 3-4 採水手法のイメージ(一定間隔で採水し、調査後に分別)^{*5}

*5: 上図の場合、約 1 時間間隔で採水を行い (7 検体)、調査後にそれら試料のうち試料 5 検体を分析する試料として選定したというイメージを示している。

2) 採水方法

降雨時詳細調査の採水は、自動採水機を活用するほか、人力で採水する方法も見据えながら実施し、降雨前から待機する。

採水は増水期、ピーク期、減水期を捉えることができるよう実施する。

また、水質サンプルが大量に発生するため、これら全サンプルを分析した場合には、その分析に要する時間や費用がかさむ。このことから、調査終了後において流量データを整理し、増水期（降雨初期含む）、ピーク期、減水期等の各段階での代表的な流量を抽出し、その時間帯の水質サンプルのみを分析する方法もある（図 3-4）。

なお、降雨時の採水に際しては、**安全確保**に十分留意する。

<解説>

- ① 雨量計と連動した自動採水機を設置した場合には、降雨時詳細調査で最も困難な調査開始時間の設定が容易となるが、この場合には降雨開始前の採水が実施できないという欠点や、自動採水間隔の設定の難しさ（ピーク流量迎合前に採水瓶が一杯になる等）、誤操作（上手く採水されない）などの懸念材料がある。このため、採水に当たっては、自動採水機を活用するほか、人力でも採水する方法（図 3-4）を見据えながら実施し、降雨前から待機する。

- ② 採水用具についてはバケツまたは柄付き採水器（ひしゃく）等が挙げられる。このうちバケツについては、ポリバケツのほかに金属製バケツ等があるが、金属製のものは試料によって金属の溶出があったり、古いバケツでは錆が混じったりするため、なるべく使用しない方が望ましい*6。



図 3-4 人力による採水作業状況の例

*6:国土交通省水質連絡会(2009.3)「河川水質試験方法(案)[2008年版]河川管理者のために」p41.⁶⁾より

(3) イベント時詳細調査

イベント時詳細調査は、短期間に流量・水質が著しい時間変動すると考えられる場合*1、必要に応じて調査を実施するものである。調査地点、調査項目は定期調査に準じる。

*1: 水田では代かきや田植え時期、施肥の直後、森林では融雪出水等が生じるなどの場合。

<解説>

- ① イベント時詳細調査を実施する場合には、対象集水域の特性に応じて、かんがい時刻・時間や融雪期の気温変動等を考慮して実施する。目安として概ね数時間間隔で数日間の調査とする。

3.4.3 排出「LQ式」による年間排出負荷量の計算

(1) 排出「LQ式」の作成方法

前記で得られた調査結果を基に、水質1データに対応する流量データを乗じて負荷量を求め、排出源負荷量と流量の相関式(排出「LQ式」)を作成する。この式に連続流量データを代入し、連続的な負荷量を求め、これを総計することにより年間の排出負荷量を算定する。

一般に、負荷量と流量の相関式(排出「LQ式」)は次式によって表される(べき乗型LQ式(対数線形最小二乗法)の場合)。

$$L = a \cdot Q^b$$

L : 排出負荷量 (g/s)

Q : 流量 (m³/s)

a, b : LQ式より求まる係数

<解説>

- ① 排出「LQ式」は、排出源(排出地点)の負荷量と流量の関係を統計的に解析して求める。

上式の両辺に対数を取り $\log L = \log a + b \cdot \log Q$ として回帰直線から求める対数法が一般に用いられている。このほか、得られたデータそのものを最小二乗法により計算して最適解を求める直接法もある。式形式は、得られたデータからの負荷量と流量の相関性に応じて設定する。

*1: 河川流出「LQ式」は、湖沼等へ流出する河川の流末における流出負荷量を算定するのに用いる手法(後述「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法(河川流出「LQ式」)による調査方法」参照)。

- ② また、調査結果から得られた流量データについて、排出「LQ式」を他の集水域でも活用するために、調査地点の集水域面積を踏まえ、比流量換算(単位例: m³/s/km²)し、調査時の負荷量も比流量を基に算出することが考えられる(図 3-5(1))。
- ③ LQ式の作成にあたっては、流量、季節別の変化や人為的な影響の変化等により、流出負荷特性が異なることがある。このため、必要に応じて、流量、季節や人為影響等を考慮し、データの特性グループごとに排出「LQ式」を求め、その期間または特性グループによって適用する式を使い分けることが望ましい。

図 3-5(2)は、高流量、低流量で排出「LQ式」の傾向が異なる例であり、次のような考え方に基づき排出「LQ式」(べき乗型LQ式(対数線形最小二乗法、 $L=aQ^b$))を作成したものである。

○図 3-5(2)の排出「LQ式」を1本で(区分せずに)引く場合、負荷量が高流量時は過小、低流量時は過大となることが想定される。このため、ある流量を境に排出「LQ式」を区分する。

○このとき、排出「LQ式」を区分する交点(図 3-5(2)の場合、0.124 m³/s/km²が交点)を把握し、2本の排出「LQ式」の連続性を確保するようにはする必要がある。

図 3-5(3)は、水田地域において、かんがい期と非かんがい期を分けた例であるが、さらに非かんがい期を耕起前と耕起後等に細区分する場合もある。

その他、積雪があった場合はその融雪時期、水田地域では代かき・田植え時期や施肥の直後の時期、畑作地域では施肥の直後の時期、森林地域では積雪期間などがある。負荷量を的確に把握するためには、細区分したグループごとに排出「LQ式」を求めることが望まれる。

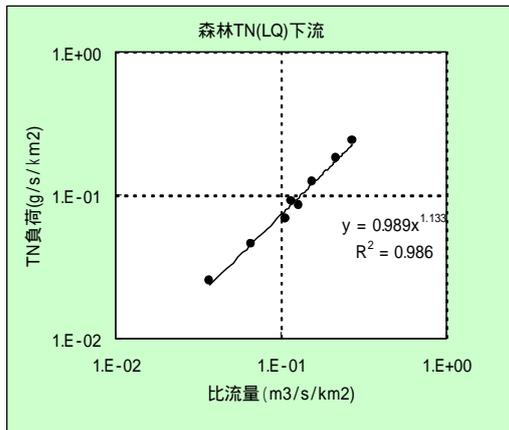


図 3-5(1) 排出「LQ式」の例(1本の場合)
(べき乗型LQ式(対数線形最小二乗法))

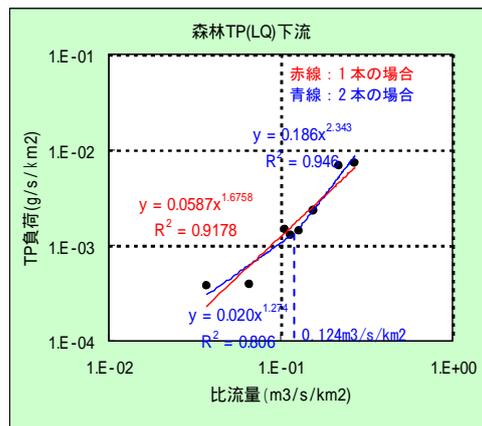


図 3-5(2) 排出「LQ式」の例
(流量で2本に分けた場合)
(べき乗型LQ式(対数線形最小二乗法))

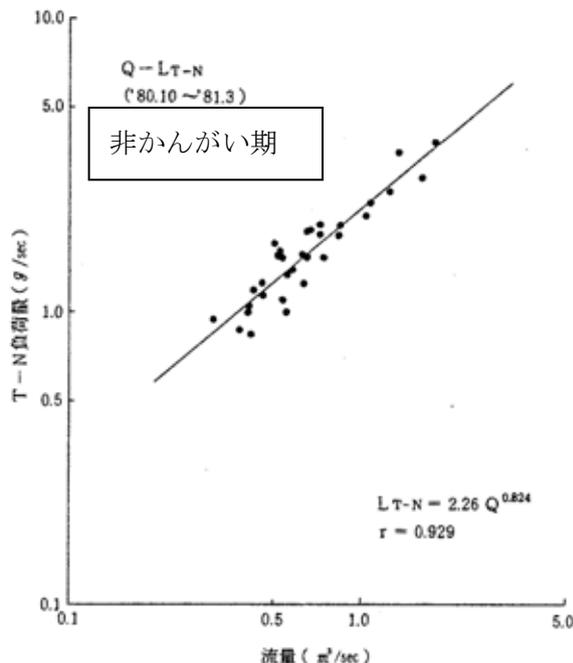
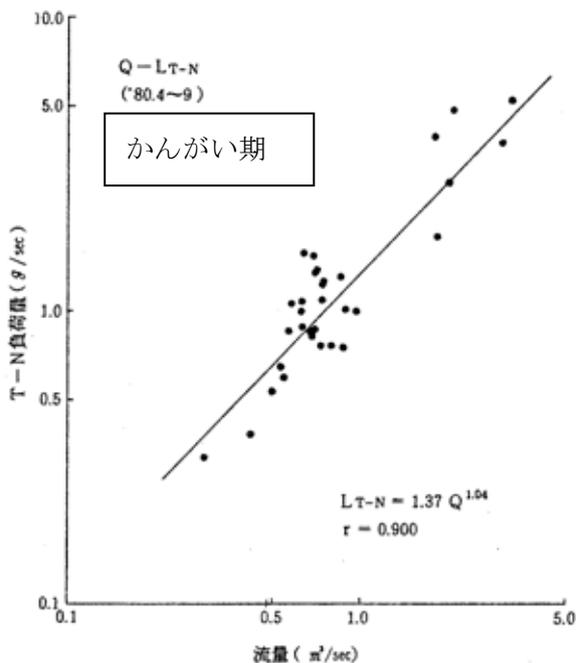


図 3-5(3) 排出「LQ式」の例(べき乗型LQ式(対数線形最小二乗法))
[かんがい期、非かんがい期の区分]

また、図 3-5(1)～(2)の排出「LQ 式」は、べき乗型 LQ 式(対数線形最小二乗法、 $L=aQ^b$)を基に作成したものである。ただし、LQ 式は、その他に直線型 LQ 式($L=aQ+b$)などの形がある。

図 3-5(4)は、図 3-5(1)を直線型 LQ 式($L=aQ+b$)で表現したものである。実際、LQ 式を作成するにあたっては、べき乗型 LQ 式や直線型 LQ 式などを作成して調査時の負荷量を算出し、調査結果の実測負荷量との乖離（負荷量と流量の相関性）を見ながら、排出「LQ 式」の型式を選定する。

- ④ なお、負荷量と流量との相関関係が認められないような場合には、以下に示すような区間代表法等により排出負荷量を算定する方法がある。

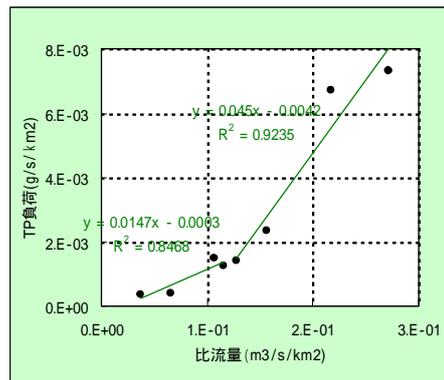


図 3-5(4) 排出「LQ 式」の例
(流量で 2 本に分けた場合)
(直線型 LQ 式)

例えば、図 3-5(5)に示すとおり、n 回目の調査結果が、その前後の調査日までの期間を代表すると仮定すると、負荷量 L_n は次式により計算される。

$$L_n = Q_n \times C_n \times d_n \times 60 \times 60 \times 24 / 1,000$$

$$= Q_n \times C_n \times d_n \times 86.4$$

L_n : n 回目の調査でカバーする排出負荷量 (kg)

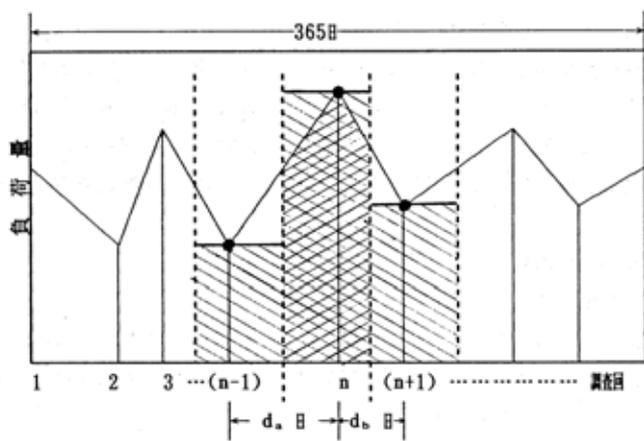
Q_n : n 回目の調査の流量 (m³/s)

C_n : n 回目の調査の水質 (mg/L)

d_n : n 回目の調査でカバーする日数 (日)

$$d_n = (n - 1 \text{ 回目と } n + 1 \text{ 回目の間の日数}) / 2$$

ただし、 $\sum(d_n) = 365$



---n 回目の調査が代表する日数:

$$d_n = (d_a + d_b) / 2$$

図 3-5(5) 区間代表法の例

(2)排出「LQ式」による年間排出負荷量及び原単位の算定方法

年間排出負荷量及び原単位について、排出「LQ式」により算定する方法は、以下の手順を基本とする。具体的な算定例は資料編Ⅱ[5]を、各地域(都市地域、農業地域、森林地域)における方法は後述の第4章を参照。

- ①調査地域の排出「LQ式」作成
- ②前項の排出「LQ式」から調査地域の年間排出負荷量算定
- ③調査地域の排出負荷原単位算定
- ④把握したい地域の排出負荷量算定

<解説>

- ①調査地域の排出「LQ式」を作成する。

排出地点における調査結果から得られた負荷量と流量の相関を整理し、調査地域（排出地点）の排出「LQ式」を作成する。

- ②前項の排出「LQ式」から調査地域の年間排出負荷量を算定する。

調査地域（排出地点）の流量（日単位）を前項①の排出「LQ式」に代入して日別の負荷量を求め、その年間分の総和により調査地域の年間排出負荷量を算定する。このとき、流量が多い年、少ない年を含めた複数年（10年程度以上が望ましい）を対象に各年の年間排出負荷量を算定し、その年平均値を求める。

- ③調査地域の排出負荷原単位を算定する。

前項②で算定した年間排出負荷量の平均値を調査地域のフレーム（土地利用面積）で徐算し、調査地域の排出負荷原単位を算定する。

- ④把握したい地域の排出負荷量を算定する。

前項③で算定した調査地域の排出原単位に把握したい地域のフレーム（土地利用面積）で乗算し、把握したい地域の排出負荷量を算定する。

1) 調査地域の年間排出負荷量の計算方法

調査地域の非特定汚染源から排出される年間排出負荷量は、調査の結果より次式によって計算する。

$$L_m = \left(a \cdot (Q_{m1})^b + a \cdot (Q_{m2})^b + \cdots + a \cdot (Q_{mt})^b + \cdots + a \cdot (Q_{mn})^b \right) \times (60 \times 60 \times 24 / 1000)$$

$$= a \cdot \sum_{t=1}^n (Q_{mt})^b \times 86.4$$

L_m : 調査地域 m の年間排出負荷量 (kg/年) *1

Q_{mt} : 調査地域 m の t 日目の日平均流量 (m³/s)

a, b : 調査地域ごとの排出「LQ式」より求まる係数

n : 年間の日数 (365日又は366日)

*1: 流量の単位が (m³/s) のとき排出負荷量 $a \cdot (Q_{mt})^b$ の単位は (g/s) となる。このため、年間排出負荷量 (kg/年) を算出する際に単位を変換するため、60秒×60分×24時間/1000=86.4 を乗じている。

なお具体的な詳細方法は、資料編Ⅱ [5] 参照。

2) 調査地域の排出負荷原単位の計算方法

調査地域の排出負荷原単位は次式により計算する。

$$U_m = L_m / A_m$$

U_m : 調査地域 m の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

L_m : 調査地域 m の年間排出負荷量 (kg/年)

A_m : 調査地域 m の集水面積 (ha)

<解説>

① 調査地域の年間排出負荷量算出についての留意点

◇排出「LQ式」から算出する調査地域の年間排出負荷量は原単位算定の基となる。ただし、計算対象とする年(流量)に応じ、負荷量は大きく異なる。

◇ここでは、調査地域の年間排出負荷量算出は、計算対象の各年の負荷量を算出するとともに、その年平均値も求める。原単位を計算する際には、その年平均値の負荷量を用いることを基本とする。

◇このとき、排出負荷原単位算出にあたって使用する調査地域における流量は、流量の多い年、少ない年を含めるために、10ヶ年程度の流量を計算対象とすることが望ましい。

◇このとき使用する流量は、調査を実施しているデータが望ましいが、10ヶ年程度となると、負荷量算出のための調査を行っていない可能性が高い。このため、近傍の既往流量観測結果等を参考にすることや、近傍の既往降水量観測結果を基に合成合理式等で流量に変換することなどが考えられる。

3) 算出対象地域の年間排出負荷量の計算方法

算出したい対象地域における年間排出負荷量は、前項の2)で算出した原単位と対象地域の面積から、次式により計算する。

$$L = \sum_{i=1}^n (U_i \times A_i)$$

n : 算出したい対象地域の数

L : 算出したい対象地域の年間排出負荷量 (kg/年)

U_i : 算出したい対象地域 i の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

A_i : 算出したい対象地域 i の面積 (ha)

3.5 非特定汚染源負荷量を概略的に把握するための調査

3.5.1 概略的に把握するための調査の考え方

非特定汚染源負荷については、現地における調査を行うことにより状況を把握することが重要である。このとき、非特定汚染源負荷の状況を概略的に把握した上で非特定汚染源負荷低減のための対策等の見通しを立てつつ、さらにその状況に応じながら詳細な調査や対策実施中・実施後のモニタリングにより精度を高めつつ、非特定汚染源負荷の低減効果の把握に努めていくことが考えられる。

このため、ここでは参考として、非特定汚染源負荷量を概略的に把握するために必要な調査をとりまとめた。

概略的に把握する際には、対象とする地域の非特定汚染源負荷へ与えている**主な影響要因等**を勘案しつつ、負荷を把握するために重要と思われるところなどを優先しつつ調査を行うことが必要である。

ただし、そのときに得られた調査結果については、概略的な調査であるため**精度が粗く不確実性が高まるおそれがあることなどに留意する必要があり**、さらに精度向上を図るためには原則として本ガイドラインで本項以外に記載している調査を行うことが望ましい。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷は非定常性、非均質性の特徴を有し、発生源、排出源の分布・形態、排出の機構等が多種多様であるとともに、汚濁源が面的に分布しており、排出水量が多いことから、現地における調査を行うことにより状況を把握することが重要である。
- ② 状況に応じては、非特定汚染源負荷の状況を概略的に把握した上で非特定汚染源負荷低減のための対策等の見通しを立てつつ、さらに詳細な調査により精度を向上しながら、また対策実施中・実施後のモニタリングを行い、非特定汚染源負荷の低減効果の把握に努めていくことが考えられる。
- ③ 例えば、対象湖沼の非特定汚染源負荷量算定や対策の低減効果把握にあたって、先立って本項目の調査を実施しつつ、負荷量の状況や低減効果を概略的に捉え、その結果に応じて詳細な調査を行ったり、対策の見直しを図ったりすることが考えられる。

また、集水域の土地利用が都市地域、農業地域が僅かであってほとんどが森林地域とした場合、森林地域からの排出負荷の状況を把握する調査を中心に行うことが考えられる。またそのときに農業地域は僅かであるが、その農業が果樹園地域であり、非特定汚染源負荷に大きく影響すると十分想定される場合は、その果樹園地域も調査を行うことが考えられる。

3.5.2 調査内容

(1) 調査前に対象地域（集水域）の特性把握

調査対象地域（集水域）について、事前に対象地域（集水域）における諸処の情報を収集整理し、地域（集水域）特性を把握しておく必要がある。

<解説>

- ① 地域（集水域）特性を把握するため収集整理する情報としては、次のようなものが想定される。

- ◇土地利用状況
- ◇下水道整備状況
- ◇農業の実施状況
- ◇森林地域等の植生や裸地等の状況
- ◇地形・地質の状況
- ◇降雨・流量・水収支の状況（地下水含む）
- ◇水域の水質状況（湖沼等やその流入河川等）
- ◇水質保全のための対策や、その他の水質へ影響を与える行動等（例えば、河川工事など）の実施状況

など

(2) 非特定汚染源の用途区別に排出負荷原単位の設定

非特定汚染源負荷は、主に直接大気降下物負荷、都市地域や農業地域、森林地域、その他の地域からの排出負荷がある。ここでは、そのうち**都市地域、農業地域、森林地域**の3地域において、それぞれ比較的まとまって分布しているところを対象に**排出負荷量調査**を実施する。

ただし調査対象地域の特性に応じ、それら3地域以外の負荷も捉えることを見据える必要がある。

<解説>

- ① 都市地域においては、**住居地域、商業地域、工業地域**の3用途区分を対象とし、これらが混在した地域で都市河川・排水路の調査を実施する。また必要に応じて、道路や屋根等の細区分別排出源も対象にした調査を見据える。
- ② 農業地域においては、**水田地域、畑作地域、必要に応じて*1 果樹園地域**の3用途区分を対象に**小流域調査法*2**の排出負荷量調査を実施する。

*1:集水域の土地利用や農業の実施状況などを勘案し、果樹園地域が非特定汚染源負荷に大きく影響すると十分想定される場合は、果樹園地域も区分して調査を行う。牧草地も同様。

*2:現地の状況に応じ、小流域調査法が実施困難な場合、その他の手法（前述「第4章 4.3 農業地域排出負荷の調査方法」参照）を選定する。

ただし、調査対象地域で**特定の作物が大規模に栽培されているような場合*3**、その作物に着目して**作物種別に排出負荷量調査**を行う。

*3:例えば、集水域の畑地の約1/3が茶畑で占められているとした場合、茶畑とその他の作物を対象にした調査を各々行う。

また、最近、施肥量の低減などの水質保全対策を講じている農地も多い。その対策実施状況に応じた排出負荷量調査^{*4}を行う。

*4:例えば、対策有無別の調査など。対策無しの調査は、類似する集水域の特性を有し、対策の影響を受けていないところを対照区として行うなどが想定される。

- ③ 森林地域においては、用途区分（樹林地、竹林、草原原野）が混在した地域を対象に排出負荷量調査を実施する。

ただし、調査地域で非特定汚染源負荷に大きく影響すると十分想定される伐採や地滑り崩壊などに伴う裸地が大規模に存在する場合、安全性や作業性等に留意しながら、その区分をして調査を行うことが望ましい。また調査地域の植生等に応じ、用途区分別（樹林地、竹林、草原原野）で調査を行うことを見据える。

- ④ 近年、越境汚染^{*5}による影響が見られることから、調査地域において越境汚染による影響（例えば窒素が高くなっている傾向が見られる等）が見られる場合、直接大気降下物負荷も見据える。

*5: 汚染物質が国境を越えて発生源から遠く離れた地域まで運ばれることをいう。日本では、近年、韓国や中国の目覚ましい経済発展に伴って発生した多量の大气汚染物質が偏西風などに乗ってくるのではと越境汚染が問題になりつつある。

(3) 調査状況の記録

原単位の調査を行うに際しては、調査結果のみならず、その調査方法・条件等の情報を必ず適切に記録する。

<解説>

- ① 各々の地域、湖沼等において、厳密な調査を継続的に行っていくことは、負担が大きいことから現実的に困難である。このため、そのように記録された調査事例を蓄積することにより、将来、他事例の既往原単位を代用しやすい仕組みを構築することが期待できる。また当該地域で過去の調査結果に基づく負荷量の検討を行う際にも、その記録が貴重な参考になる。

(4) 調査の継続年数

気象、水文、生物等のサイクル等を考慮し、通年での調査を1年以上実施する。ただし、その調査の実施状況に応じ、補足調査等を実施し、経年的な変動の状況を把握する。現地調査結果に基づき排出負荷ベースの排出「LQ 式」を作成した後に排出負荷量を算出するときは、流量の多い年、少ない年が含まれていることを確認しつつ、複数年（10年未満）を計算対象とする。

<解説>

- ① 調査の継続年数は、非特定汚染源の負荷量は、その年々の気象条件等により大きく変動することから、精度向上を図るためには、できれば3年以上の継続調査を行うことが望ましい（前述「第3章 3.3.3 調査期間・時期・頻度等の基本的考え方」参照）が、概略的に把握するためには少なくとも通年での調査を1年以上実施する必要がある。

ただし1年以上の調査を行って次のような状況にある場合、補足調査等を行いながら調査を継続していく。

- 規模のある程度大きい(確率規模*6 1/1年以上(1年に1回発生するような規模))
降雨時のデータが採取できなかった場合 [後述の「資料編Ⅱ[4]」参照]
- 異常気象などによって、調査年が特異な状況にあった場合 (洪水頻度が多かった、渇水が著しかったなど)
- 調査地域が人為的・自然的要因により著しく改変された場合
- 得られたデータに基づく流量と負荷量の相関性などを検討する際にデータが不足していると考えられた場合

など

*6: 確率規模とは、降雨規模を示す表現であり、例えば確率規模 1/10年の降雨という、「1年のうちに発生する確率が1/10(10%)の降雨規模」を意味する。これを便宜的に「10年に1度発生する降雨規模」という表現で使っている。

- ② 排出負荷量を算出するときに使用する流量は、流量の多い年、少ない年を含めるために、精度向上を図るには、近傍の流量や気象等の既設観測所データを参考としながら、できれば10ヶ年程度以上を計算対象とすることが望ましい。

(5) 定期調査の実施

農業地域、森林地域においては、定期的な排出負荷量調査(晴天時)を実施する。通年の季節変化を捉えるために、1年で通じた調査として各月行うこととし、その頻度を少なくとも月1回以上実施する。ただし、農業地域では時期に応じて排水状況が異なるのでその変化が捉えられる頻度等を勘案して調査を行う必要がある

<解説>

- ① 例えば水田地域では、農作業時期別(代かき期等)の状況を捉えるために、表 3-4 に示すような時期別の頻度で実施する。また、畑作等の地域も農作業の状況に応じて頻度を増やす(月1~2回程度)。

表 3-4 水田の定期調査の時期と頻度

農耕形態	時期	概略的な把握のための調査頻度	精度向上を図るための調査頻度 (後述の表 4-2 参照)
水田主体	①代かき・田植え期	1週間に1回程度	1~3日に1回程度
	②かんがい期	月1~2回程度	月3~4回程度
	③非かんがい期	月1回程度	月1~4回程度

(6) 降雨時詳細調査の実施

都市地域、農業地域、森林地域において、降雨時の排出負荷量調査を実施する。事前に調査対象地域の降雨特性を把握して設定する。（概ね 10～20mm 以上）。ただし、精度確保を目的とし、高流量時のデータを捉えるため、少なくとも確率規模 1/1 年以上（1 年に 1 回発生するような規模）の降雨時のデータを把握するよう努める〔後述の「資料編 II [4]」参照〕。

年間における調査回数は、複数の降雨で調査を実施することを基本とする。少なくとも年 2 降雨以上を対象に行う。また、積雪寒冷地の都市地域、森林地域では、融雪時の調査も加えて行う。

採水は負荷量の流量変化に伴う変動を捉えるため、1 降雨当たり複数回の採水、分析を実施し、少なくとも 1 降雨当たり合計 5 回以上行い、増水期（初期含む）、ピーク期、減水期別に捉える。

ただし、調査回数、採水回数については、排出「LQ 式」作成等にあってデータが不足しないよう配慮する。

<解説>

- ① 概略的な把握のための調査回数としては、次のような回数を想定している。
 - 都市地域、森林地域は、梅雨期又は秋雨期、台風期の各 1 回を想定。
 - 農業地域は、かんがい期、非かんがい期の各 1 回を想定。
- ② 採水については、ファーストフラッシュやピーク等の状況を捉えるために、できれば増水期（初期含む）～ピーク期の時間間隔を狭めて多めに行うことが望ましい。例えば、（降雨状況にも異なるが）初期はピーク期まで 30 分～60 分間隔程度に 3～4 回、ピーク流量の直後は 1 時間～数時間間隔、その後は水位に応じて 2 回程度で採水するなどが挙げられる。

(7) 調査時の流量の把握

負荷量調査においては、水質と流量の双方を必ず把握する。

（特に水路や管路などで低流量・低水位時に）現地の状況に応じてそのような調査が困難な場合、量水堰や流速計測法、容積法、浮子法など現地に即する手法を用いて流量の直接観測を少なくとも行う。また、近傍の流量や気象等の既設観測所のデータがあれば、そのような既設観測所のデータをなるべく活用する。既設観測所データは、そのまま代用することができる可能性や、流量観測結果の妥当性を確認できる可能性が期待される。

(8) 河川LQ式の調査の継続年数・頻度

調査期間は、通年の季節変化を捉えるために、少なくとも通年の調査を1年以上実施する。調査頻度は、少なくとも次の頻度で定期調査、降雨時詳細調査を行う。

○定期調査：少なくとも月1回以上

○降雨時詳細調査：少なくとも梅雨期、台風期の2回以上

<解説>

- ① ただし、積雪寒冷地では、融雪期があるので、梅雨期、台風期に融雪期を加え、少なくとも3回以上行う。また上記回数のうち、1降雨以上は1年に1回発生するような規模の降雨までを含めた調査を行うことが望ましい[後述の「資料編Ⅱ[4]」参照]。
- ② 手法の詳細は後述「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による調査方法」参照。

(9) その他

非特定汚染源負荷量調査は比較的負担が大きいので、できる限り知見や既往調査・検討結果（別途行われているもの含む）などを活用することを見据え、調査負担を低減する工夫等に努める（資料編Ⅱ[6]参照）。

非特定汚染源負荷量調査は、原単位法による排出負荷量調査を行うことを基本とし、少なくとも上記の内容を実施する。ただし、湖沼等への流出負荷量の実態を把握する場合は、河川流出「LQ式」による調査も行って流出負荷量を捉え、原単位法により算定する排出負荷量との比較（負荷流出率の程度の確認）をしておきたい。

第4章 非特定汚染源負荷の調査方法（各論）

4.1 直接大気降下物負荷の調査方法

非特定汚染源負荷のうち直接大気降下物負荷は、湖沼等への直接負荷として捉える。

<解説>

- ① 大気降下物負荷は、湖面、陸上にかかわらずそれぞれの地域に降下するが、陸上(都市地域、農業地域、森林地域)から河川等を通して湖沼等に到達するものは、都市地域排出負荷、農業地域排出負荷、森林地域排出負荷に含まれているため、本ガイドラインでは単独では扱わない。
- ② しかし、湖沼等に直接降下する直接大気降下物負荷は、湖沼等への負荷量を把握する上で欠かせない情報である。このため、非特定汚染源負荷のうち直接大気降下物負荷は湖沼等への直接負荷量として算定する。

(1) 直接大気降下物負荷調査

直接大気降下物負荷の調査方法には様々な方法が挙げられるが、乾性沈着物と湿性沈着物を総量として採取でき、基本的に月1回のサンプル回収で対応できるといった利点を有するデポジット法を基本とする。

<解説>

- ① デポジット法とは、採集器の集水部（ロート）を一定期間、常時開放しておき、晴天時の乾性沈着物と降雨時の湿性沈着物を一緒に貯水タンクに貯留して採取する方法である。

(a) 調査地点の選定

直接大気降下物負荷の調査地点は、雨量計の設置条件*1等と同様に、対象とする水域の平均的状況が把握できるような地点とする。このため、近くに煙突、交通量の多い道路、畑、畜舎等がないこと等に留意するとともに、基本的には屋根や樹木等の覆いの無い開けた場所で、吹き寄せや落葉等の影響の無い管理の容易な場所を選定する。また、湖沼等へ直接降下する負荷を対象とするため、できるだけ湖沼等に近い地点を選定する。なお、広域的な水面を有する湖沼等では、必要に応じて調査地点を増やす（2～3地点程度以上）ことが望ましい。

<解説>

- ① 煙突、交通量の多い道路等の局所的な排出源がある場合には、その近隣では局所的に特異値となることが多い。また、畑、畜舎等が近くにあると一般に $\text{NH}_4\text{-N}$ 等が高くなることもある。このため、影響を及ぼすような施設等がない地点を選定す

るよう配慮する。

*1 雨量計の設置条件は気象庁ホームページ (http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kansoku_guide/b2.html)などを参照

- ② 月1回のサンプル回収の他、採集器具の管理・点検が必要であるため、これらの作業・管理の容易さに重点をおいた場所選定が望ましい。
- ③ 琵琶湖のような広い湖沼等を対象とする場合には、降水量や降雪量に地域差があるため、2～3地点以上で調査する必要性が報告されているように、降雨・降雪等の状況を考慮した複数の調査地点を設定することが望ましい。

(b) 採集器具と設置方法

デポジット法の採集器具は、口径 30cm 程度のポリエチレン製のデポジットゲージを用いる場合が一般的であり、同一地点に3セット設置することが望ましい。

また、採集器具の設置にあたっては、雨量計の設置条件に準じることとし、周辺からのハネ返りや吹き寄せ等が生じないように注意する。

<解説>

- ① 採集器具は、タンクの上部に口径 30cm 程度のポリエチレン製のロートを設置したデポジットゲージが用いられる場合が多く、降水量が多い場合にタンクからサンプルがあふれ出さないよう 20L 程度のポリタンクを併設したものである。
また、データの信頼性確保及びサンプルの採集ミスや異物混入等の不測の事態への対応として、同一地点に3セット設置することが望ましい。
- ② サンプルの採集にあたっては、何回かの降雨をまとめて採集する方法とし、月1回の採集を基本とする。この場合、採集容器の中に、各回あらかじめ一定量の硫酸（2mL 程度）を入れておき、微生物の作用による水質変化が生じないようにする。
- ③ 採集器具を地面やコンクリート製の屋上等に直接置くと、周辺からのハネ返りが混入することがあるため、芝等の背の低い植生のある所に設置し、ハネ返りがないように採集口が 50～60 cm 程度以上の高さとする。
- ④ 採集器具の入口には、落葉、鳥の糞、昆虫など、大きなゴミが入らないように合成綿等を詰め、時々交換する。

(c) サンプル採取量と調査期間

本調査で検討する水質項目を全て分析するためには採水量が 1～2L が必要となり、原則として月1回採取したサンプルを1試水として分析に供する。

<解説>

- ① しかし、当月の降水量が少なくサンプル量が分析必要量に満たない場合には、翌月のサンプルと合わせて分析する。
また、予算等により調査の実施規模が限定される場合には、2ヶ月～4ヶ月分を混合試料として分析する方法もある。ただし、この場合の試水は、酸による固定を実施するとともに、分析まで冷凍保存する等の配慮が必要である。

なお、上記のサンプル採取は、同一地点3セットで実施する場合は、それぞれ1セットずつサンプルを採取し分析する。

調査期間については、直接大気降下物の負荷量は季節変化の影響を受けるとともに、その年々の気象条件等により大きく変動することから、年間を通して、連続して3年以上継続することが望ましい。

- ① 長期間にわたる継続しての調査が困難な場合には、**通年調査を連続して3年以上継続することが望ましく、少なくとも1年以上を行う。**必要に応じて**補足調査**を実施し、年変動の状況を把握しておくことが重要である。

(d) 測定分析項目

降水量に係る測定項目は月ごとの降水量とし、水質分析項目は**表 2-1**に示す項目とする。なお、同一地点3セットでサンプル採取した場合、それらの分析結果については、その中央値を採用する。

(e) 直接大気降下物負荷原単位の計算方法

(ア) 単位

直接大気降下物負荷原単位の算出単位はkg/ha/年とする。

(イ) 原単位の計算

直接大気降下物負荷原単位は次式によって算出する。

$$U = \sum_{i=1}^{12} (H_i \times C_i) \times 10^{-2}$$

U : 直接大気降下物負荷原単位 (kg/ha/年)

H_i : i 月の月降水量 (mm/月) = 1m²当たりの月降水量 (L/m²・月)
= 1m²当たりの月降水量 (×10⁴ (L/ha・月))

C_i : i 月の月平均濃度 (mg/L = ×10⁻⁶ (kg/L))

<解説>

- ① 複数地点において調査を実施している場合には、**ティーセン法(図 4-1)**を用いて、その調査対象地域の平均値を求める。

具体的には、隣接する調査地点を結ぶ直接の垂直2等分線を引き、各調査地点を囲む多角形を作り、その多角形の面積を重みとして調査対象地域の平均値を求める。

$$U_{ave} = \left\{ \sum_{i=1}^n (A_i \times U_i) \right\} / \left\{ \sum_{i=1}^n (A_i) \right\}$$

U_{avg} : 調査対象地域の平均直接大気降下物負荷原単位 (kg/ha/年)

i : ティーセン法による多角形の分割番号
(n 個に分割した場合、 $i = 1 \sim n$)

A_i : ティーセン法による多角形 i の面積 (ha)

U_i : A_i 多角形の直接大気降下物負荷原単位 (kg/ha/年)

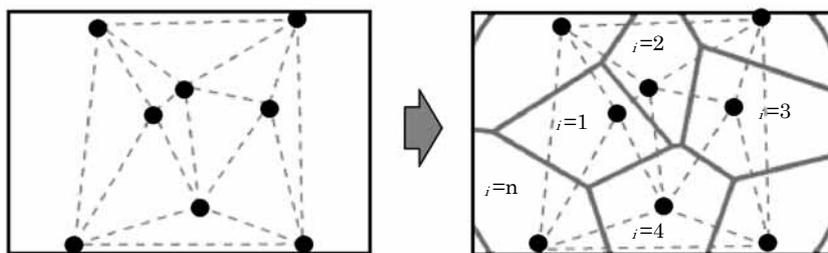


図 4-1 ティーセン法による多角形分割

(f) 湖沼等への年間の直接大気降下物負荷量の計算方法

湖沼等への直接大気降下物負荷の年間負荷量は次式によって求めることができる。

$$L = U \times S$$

L : 湖沼等への年間直接大気降下物負荷量 (kg/年)

U : 直接大気降下物負荷原単位 (kg/ha/年)

S : 湖沼等の水面面積 (ha)

4.2 都市地域排出負荷の調査方法

(1) 総論

1) 都市地域の分類

一般的に都市計画の用途区分では下表のとおり分類がなされているが、本ガイドラインでは、**住居地域、商業地域、工業地域**の3つの用途区分が混在した地域を想定した調査について記載する。

表 4-1 都市地域の分類

地域	用途区分別の分類	都市計画図の用途地域分類
都市地域	住居地域	第一種低層住居専用地域
		第二種低層住居専用地域
		第一種中高層住居専用地域
		第二種中高層住居専用地域
		第一種住居地域
		第二種住居地域
		準住居地域
	商業地域	近隣商業地域
		商業地域
	工業地域	準工業地域
		工業地域
工業専用地域		

<解説>

- ① 都市地域の主要な用途区分としては、**住居地域、商業地域、工業地域**が挙げられ、それぞれ負荷の発生状況と量が異なると考えられる。
- ② しかし、実際にはこれらの用途区分が単一である調査地域を選定することは困難であり、また、住居地域、商業地域、工業地域別に調査した事例もほとんどない。
このため、都市地域負荷の調査に際しては、**当面は、住居地域、商業地域、工業地域それぞれにおいて調査を実施するのではなく、これら用途区分が混在した地域において調査を実施することを基本とする。**
なお、将来的には負荷量算定の精度向上をめざして住居地域、商業地域、工業地域に分割しての調査や算定を実施していくことが望まれる。
- ③ 一方、これら用途区分がモザイク状に入り組んで点在している場合等は、**道路や屋根等の細区分別に負荷量を算定する方法**もある。しかしながら、この方法は多大な労力を要することから、あくまでも補足的な方法であることに留意する。

2) 都市地域からの負荷の排出

都市地域から排出される非特定汚染源負荷は、主として晴天時に道路、屋根、公園・緑地等に堆積した粉じんや落葉等が雨水流出に伴って表面流出し、排水路等から流出するものである。

その負荷排出経路は、都市地域では不浸透地域が多くを占めるという特性から、表面流出がほとんどを占めているが、都市地域内に位置する公園・緑地、庭等の浸透地域や、不浸透地域のうち透水性舗装や雨水浸透枡を設置している場合には地下浸透が生じる。

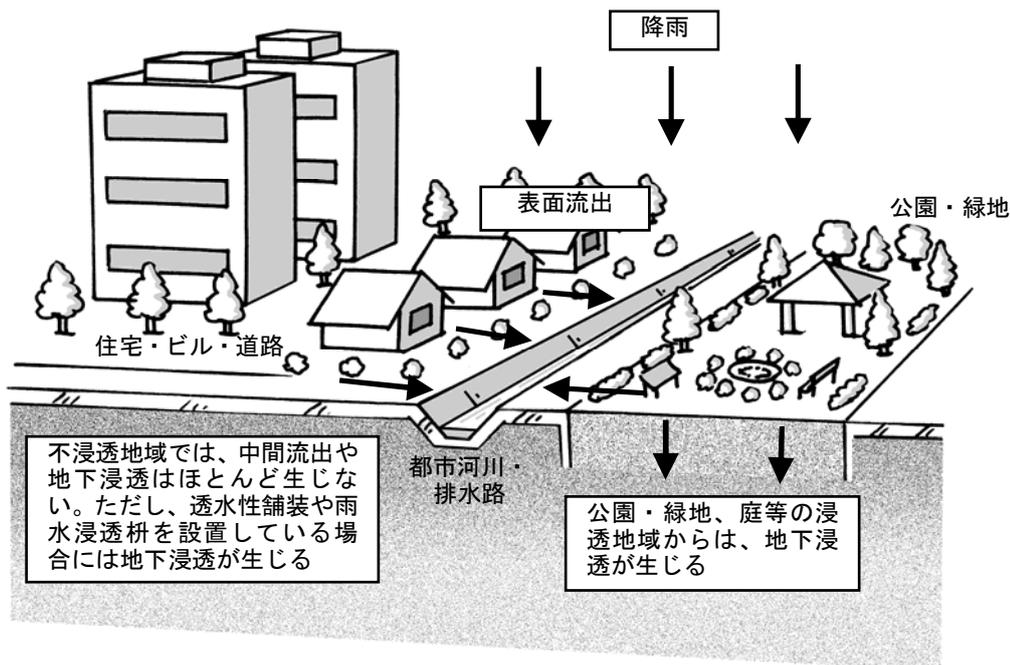


図 4-2 都市地域からの非特定汚染源負荷排出の概念図

3) 都市地域排出負荷の調査手法と種類

都市地域における非特定汚染源負荷量を把握する調査手法は、住居地域・商業地域・工業地域が混在した地域を対象とした用途区分別の原単位法を基本とし、同方法での調査が困難な場合には、道路、屋根等の細区分別の原単位法を補足的に実施する。

<解説>

- ① 用途区分別の原単位法は、都市地域では分流式下水道の整備された地域に適用する方法であり、降雨時に雨水管ないし雨水排水路から排出される負荷量を測定し原単位を求め、この原単位から都市地域の排出負荷量を算定するものである。この原単位を求める調査方法は、都市地域排水路調査法とも呼ばれ、都市地域の非特定汚染源からの総負荷量を包括的に捉えることができる。
- ② 分流式下水道地区からの点源汚染や生活排水等の特定汚染源負荷が流入している場合は、道路、屋根、公園緑地、駐車場等の各排出源において、あらかじめ雨水の収集範囲を設定しておき、実際の降雨時に調査区域から排出される負荷量を測定して細区

分別負荷原単位を求め、都市地域の排出負荷量を算定する方法がある。ただし、細区分別の排出源ごとに原単位調査が必要であるため、非常に労力を要するという課題がある。

(2) 都市地域の排出負荷量の調査方法

1) 調査地域の選定

(a) 選定手順

都市地域における排出負荷量を算定するためには、原単位調査を実施する必要がある。この原単位調査の対象地域は、分流式下水道の整備された地域において下水道普及率の高い地域の雨水排水路や雨水排水管等の集水区域とする。

調査地域の面積は概ね 1ha～数 ha 程度とする。選定手順は次のとおりである。

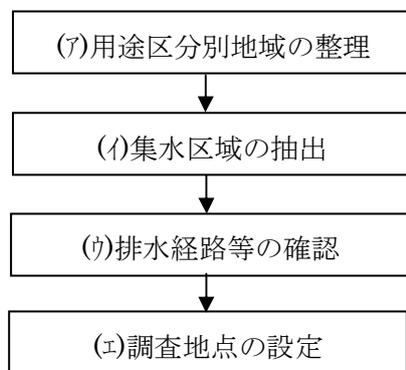


図 4-3 調査地域の選定手順

<解説>

① 地域選定の作業概要は次のとおりである。

(ア) 用途区分別地域の整理

都市計画部局等の資料に基づいて、用途区分別に地域を整理する。対象とする都市地域は住居地域、商業地域、工業地域の3用途区分とする。

(イ) 集水区域の抽出

上記(ア)の用途区分別地域の図面上において、小河川や排水路等の単位で集水域を分割し、調査対象とする用途区分がまとまって存在する地域(図 4-4)で、かつ分流式下水道が整備された集水区域を抽出する。

(ウ) 排水経路等の確認

上記(イ)で抽出した集水区域を対象として、都市計画部局等の資料に基づき雨水排水路等の経路を確認し、集水区域からの排水であるかどうか、他の集水区域からの流入はないか等について確認を行う(図 4-5)。

(エ) 調査地点の設定

本調査は市街地で実施するため、調査地点付近における作業スペース確保^{*1}が必要であることを留意する。

*1:機材置場等のスペース、調査車両の駐車スペース、作業ヤード等の確保。

また、調査対象排水路での降雨時の水位・流速等の状況を想定し、調査可能な場所を探索するとともに、採水の際の安全性等を考慮し、最終的に調査地点を選定する。なお、事前に降雨時において現地状況を確認しておくことが望ましい。

- ② 分流式下水道の整備地域でも、公共下水道への未接続人口による生活雑排水や浄化槽排水が存在する。このことから、関連自治体の都市計画部局の資料および現地踏査等により公共下水道への未接続人口による排水の存在状況を把握する。

例えば、現地踏査等において晴天時に調査対象水路で流水が存在している場合には、下水道に接続していない家庭等からの生活雑排水等(特定汚染源)が流入している可能性がある。また、地域によってはベランダ等での洗濯排水が雨水管に接続していることがある。このような状況にも留意する。

- ③ やむを得ず、下水道の整備や接続率が十分でない場合において調査を実施するときには、晴天時における負荷量調査や特定汚染源負荷原単位による負荷量を算定し、これを特定汚染源負荷量として仮定し、後で非特定汚染源負荷量から特定汚染源負荷量を差し引き、現地調査結果を補正する等の対応が必要である。

- ④ 調査地域は、分流式下水道の整備地域であると、降雨時に雨水管ないし雨水排水路から排出される負荷量を測定することにより、総負荷量を包括的に捉えることができる。しかし、下水道整備や接続率が十分でない地域などの場合では、降雨時等に個別の排出源から排出される負荷量の測定(後述(3)細区分別の排出負荷量の調査手法)を行い、用途区分毎に原単位を決めることに留意する。

- ⑤ 別途に行われている既往調査検討結果をなるべく活用する。例えば、行政等が水位および流速を常時連続観測している付近などを調査場所とするほか、下水道計画等における流量の既往検討結果を排水系統等の把握の参考にすることも挙げられる(図4-5)。

- ⑥ ただし、都市地域では、既存H-Q式が無い箇所が多いことから、降雨時の採水と併せて流量及び水位の直接観測を行うことが想定される。このとき、都市地域には小水路や排水管が多いことを見据え、流量の直接観測方法では、量水堰や流速計測法のほか、容積法や浮子法も視野に入れ、調査対象の構造(流水路形状)、流水の状況、管理者との調整、経済性等の観点から手法を選定する。

- ⑦ 調査前には、事前踏査を行いつつ、調査に関する必要情報の確認等を十分に行う。

- 調査箇所の特性（調査の作業性、安全性など）や排水路等の断面、基準水位の把握
- 機器等設置のための準備(例えば、取水柵等の設置事前など)の必要性確認
- 既往の調査結果や気象庁データを踏まえて降雨出現頻度、流量や水質の特性等の把握
- 事前に調査作業量を踏まえた調査体制の設定

など

(b) 選定地域の特性把握

調査地域内の都市活動の特性等を取りまとめ、この地域に含まれる住居、商業、工業地域の3つの用途区分の面積の構成比、道路や公園・緑地面積等のデータを整理しておく。なお、これらのデータを整理しておくことは、他の地域での同様な調査の際の有用な参考情報となり、また原単位調査結果の比較・解析や妥当性の検証が可能となる。

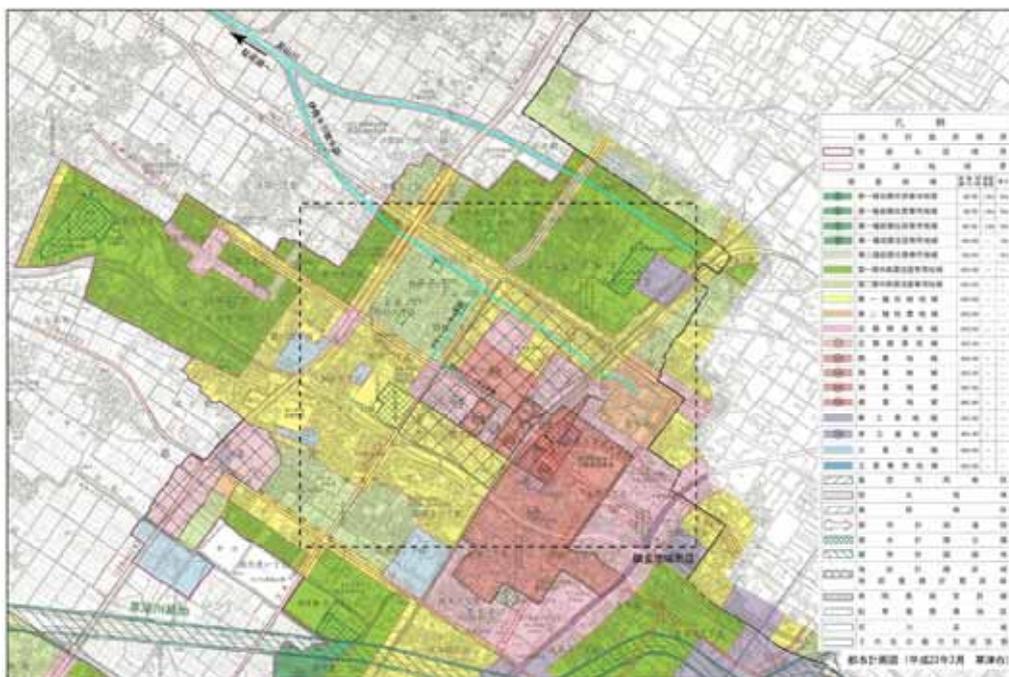


図 4-4(1) 調査地域(用途区分)の例*2

*2：草津市都市計画図⁷⁾より

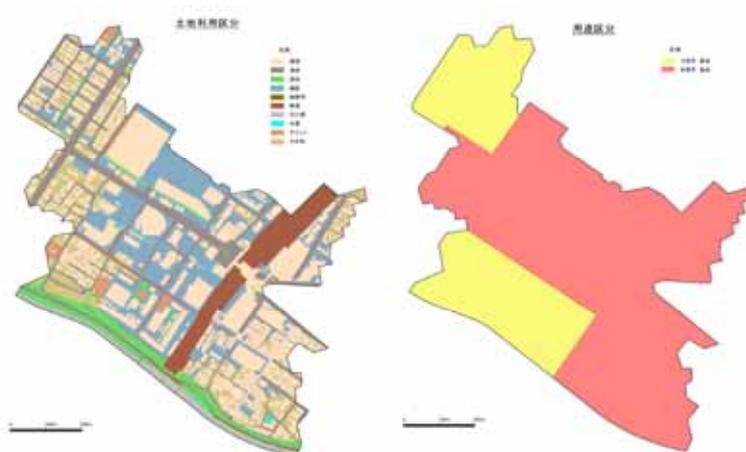


図 4-4(2) 調査地域の土地利用・用途区分の整理例

2) 調査時期と回数

都市地域の非特定汚染源負荷は主に降雨時に排出されることから、概ね10mm程度以上を目安として降雨時詳細調査を実施する。また、季節的変動が考えられるため、その変動特性を捉えることができるように調査時期を設定することが必要である。

調査回数は季節の他に降雨規模等を考慮して、年間4回～6回程度とする。

調査の時間間隔については、「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」で述べた降雨時詳細調査での記載を基本とする。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷は、降雨の頻度と強度、落葉、融雪等の地域特性等によって大きく影響を受けるため、調査の時期は季節変動を考慮して設定する。

調査時期は、四季に各1回程度設定するが、地域特性に配慮して年間4～6回程度とする。

なお、調査時期としては、梅雨期又は秋雨期、台風期などが考えられるが、積雪寒冷地では融雪期も対象になる。

- ② 都市地域から排出される負荷の多くは、雨水の一次流出水(表面流出水)が地表や側溝等の堆積物を掃流することにより排出される。このため、降雨規模等の影響を強く受ける。

調査回数は地域の年間降雨強度の出現率を検討し、各強度に対する排出負荷の状況が把握できるように数段階の降雨強度に区分し調査を行うことが望ましい。

- ③ このとき降水量は、気象庁等の過去の降雨データより降雨頻度等の特徴を把握しながら設定する。また年間4～6降雨のうち、1降雨以上は1年に1回発生するような規模の出水までを含めた調査を行っていることが望ましい〔資料編Ⅱ[4]参照〕。

- ④ また、先行晴天日数(調査前に10mm/日以上降雨がない日数)は、3日～1週間程度を目安にすることを基本とする。〔資料編Ⅱ[2]参照〕。

3) 現地調査方法

降雨時詳細調査の現地調査方法は、「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」に準ずるが、排水路等では経験式による流量観測手法もある。この経験式による方法は、水路の勾配、水深、潤辺等の値を水力公式に適用して流量を算出する方法である。水路の勾配は施工資料または実測によって求め水深と潤辺は現地で水位の測定を行うことにより算出することができる。この目的で広く用いられている公式はマンニングの式である。

<マンニングの式>

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

ここで、V：洪水の流速 (m/s)
n：粗度係数(表 4-2)
I：動水(水面)勾配
R：径深(水理学的平均水深、=A÷S) (m)
A：通水断面積 (m²)
S：潤辺(流れの横断面で水に接している区間の長さ) (m)

<解説>

- ① 調査対象が河川や水路等などである場合の粗度係数 n は、次表を参考にする。

表 4-2(1) 河川や水路における粗度係数の目安*4

河川や水路の状況		マンニングの n の範囲
人工水路・改修河川	コンクリート人工水路	0.014~0.020
	スパイラル半管水路	0.021~0.030
	両岸石張小水路（泥土床）	0.025（平均値）
	岩盤掘放し	0.035~0.05
	岩盤修正	0.025~0.04
	粘土性河床，洗掘のない程度の流速	0.016~0.022
	砂質ローム，粘土質ローム	0.020（平均値）
	ドラグライン掘しゅんせつ，雑草少	0.025~0.033
自然河川	平野の小流路，雑草なし	0.025~0.033
	平野の小流路，雑草，灌木有	0.030~0.040
	平野の小流路，雑草多，礫河床	0.040~0.055
	山地流路，砂利，玉石	0.030~0.050
	山地流路，玉石，大玉石	0.040 以上
	大流路，粘土，砂質床，蛇行少	0.018~0.035
	大流路，礫河床	0.025~0.040

*4: 「二訂 建設省河川砂防技術基準（案）調査編」（建設省）⁹⁾より

- ② 調査対象が暗渠等の排水管などである場合の粗度係数 n は、次表を参考にする。

表 4-2(2) 暗渠等における粗度係数の目安*5

水路の形式	材料および護辺の性質	n の範囲	n の標準値	
暗きよ	真ちゅう	0.009~0.013	0.010	
	溶接銅管	0.010~0.014	0.012	
	リベット銅管	0.013~0.017	0.016	
	鉄鉄	塗装	0.010~0.014	0.013
		塗装なし	0.011~0.016	0.014
	コルゲート鋼管（大型）	0.021~0.031	0.024	
	合成樹脂	0.008~0.010	0.009	
	ガラス	0.009~0.013	0.010	
	モルタル	0.011~0.015	0.013	
	コンクリート	0.010~0.020	0.014	
	素焼き土管	0.011~0.017	0.013	
	上ぐすりした土管	0.011~0.017	0.014	
	れんが積み，モルタル仕上げ	0.012~0.017	0.015	
	底を仕上げた下水きよ	0.016~0.020	0.019	
ライニングした水路	鋼，塗装なし，平滑	0.011~0.014	0.012	
	モルタル	0.011~0.015	0.013	
	木，かんな仕上げ	0.012~0.018	0.015	
	コンクリート，コテ仕上げ	0.011~0.015	0.015	
	コンクリート，底面砂利	0.015~0.020	0.017	
	石積み，モルタル目地	0.017~0.030	0.025	
	空石積み	0.023~0.035	0.032	
アスファルト，平滑	0.013	0.013		
ライニングなし水路	土，直線，等断面水路	0.016~0.025	0.022	
	土，直線水路，雑草あり	0.022~0.033	0.027	
	砂利，直線水路	0.022~0.030	0.025	
	岩盤直線水路	0.025~0.040	0.035	
自然水路	修正断面水路	0.025~0.033	0.030	
	非常に不修正な断面，雑草，立木多し	0.075~0.150	0.100	

(Chow, V.T.: Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill/吉川：水理学，技研堂)

*5: 「水理公式集(基礎水理編)」（土木学会）¹⁰⁾より

- ② 流量の直接観測方法では、前述の量水堰や流速計測法のほか、容積法や浮子法も視野に入れ、調査対象の構造（流水路形状）、流水の状況、管理者との調整、経済性等の観点から手法を選定することが望ましい。

例えば、調査対象が排水管等である場合、流れている水をポリタンクなどに導き、タンクが一杯になる時間を測定して流量を求める「容積法」の方が計測に適していることもある。（「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」の図 3-2 下段参照）

4) 調査地域の年間排出負荷量の計算方法

調査地域の非特定汚染源から排出される年間排出負荷量は、調査の結果より次式によって計算する。

$$L_m = \left(a \cdot (Q_{m1})^b + a \cdot (Q_{m2})^b + \dots + a \cdot (Q_{mt})^b + \dots + a \cdot (Q_{mn})^b \right) \times (60 \times 60 \times 24 / 1000)$$

$$= a \cdot \sum_{t=1}^n (Q_{mt})^b \times 86.4$$

L_m : 調査地域 m の年間排出負荷量 (kg/年) *1

Q_{mt} : 調査地域 m の t 日目の日平均流量 (m³/s)

a, b : 調査地域ごとの排出「LQ 式」より求まる係数

n : 年間の日数 (365 日又は 366 日)

*1: 流量の単位が (m³/s) のとき排出負荷量 $a \cdot (Q_{mt})^b$ の単位は (g/s) となる。このため、年間排出負荷量 (kg/年) を算出する際に単位を変換するため、60 秒×60 分×24 時間/1000=86.4 を乗じている。

なお具体的な詳細方法は、資料編Ⅱ [5] 参照。

5) 調査地域の排出負荷原単位の計算方法

調査地域の排出負荷原単位は次式により計算する。

$$U_m = L_m / A_m$$

U_m : 調査地域 m の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

L_m : 調査地域 m の年間排出負荷量 (kg/年)

A_m : 調査地域 m の集水面積 (ha)

6) 都市地域の年間排出負荷量の計算方法

都市地域における年間排出負荷量は次式により計算する。

$$L = \sum_{i=1}^n (U_i \times A_i)$$

n : 用途区分の数

L : 算出したい都市地域の年間排出負荷量 (kg/年)

U_i : 算出したい用途区分 i の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

A_i : 算出したい用途区分 i の面積 (ha)

(3) 細区分別の排出負荷量の調査方法

前記の用途区分別の排出負荷原単位が把握しにくい地域においては、道路、屋根等の細区分別の排出負荷原単位を求め、この原単位から都市地域の排出負荷量を求める補足的な調査を実施する。

$$\text{非特定汚染源排出負荷量} = \text{道路負荷} + \text{屋根排出負荷} + \text{その他負荷}$$

細区分別の排出負荷原単位を調査することにより、地域の非特定汚染源の主要な排出源の負荷排出状況が把握でき、効果的な対策を検討しやすいというメリットがある。ただし、用途区分別の排出負荷原単位調査に比べ労力を要するというデメリットも大きい。

なお、ここでは、都市地域における代表的な負荷源として、道路と屋根を取りあげ、その具体的な調査方法について記載する。

1) 道路の排出負荷量調査

(a) 調査の方法

道路負荷調査は、路面堆積負荷、側溝堆積負荷、路面降水負荷等を一括して捉える調査である。

$$\text{道路負荷} = \text{路面堆積負荷} + \text{側溝等堆積負荷} + \text{路面降水負荷}$$

<解説>

① 調査地点は、土地利用、交通量、沿道の活動状況、歩行者数、街路の形状等を勘案して、対象区域内の代表と考えられる道路区間を選定することを基本とする。

なお、調査地点の選定にあたっては、交通量等における影響が著しくないことに配慮し、状況に応じてそれらの知見を総合的に勘案することが必要である。

② 調査方法には、降雨法、人工降雨法、乾式吸引法の3つの方法がある。調査のしやすさなどから、そのうち降雨法や人工降雨法が想定される。ただし、調査対象の道路の状況や地域の降雨状況などの特性を踏まえて調査手法を選定する。

なお、人工降雨法は、降水強度や降水量等の複数条件を一度に調査できる。このため、任意の区間で、降水量、降水強度、先行晴天日数、道路面積等の条件を設定して調査でき、費用面等で有利である。しかし、人工降雨法では路面降水負荷を捉えられないこと、人工降雨に用いた原水水質の影響を受けるといった問題があり、この点では降雨法の法が有利である。このほか、道路占用許可、散水車等の手配など調整が複雑であることから、実施が困難になるおそれがある。

降雨法は、降雨状況に応じ調査精度が変わりやすい。また、事前に集水面積や過去の降雨状況から流量の変動幅を確認しておく必要がある。

- ③ 調査頻度は、人工降雨法の場合には、降水強度や降水量等の複数条件を一度に調査できるため、季節や先行晴天日数の条件を考慮し、調査回数としては**四季に各1回以上を基本とし、年4～6回程度とする**。降雨法の場合は、月1回程度で年12回程度の調査が望ましい。様々な降雨規模のデータを捉えることができているならば、人工降雨法と同様に年4～6回程度でいい。なお、降水量が10mm未満の場合は、道路からの雨水流出は顕著ではないため、降水量10mm以上を対象とする。
- ④ 調査の具体的な方法としては、人工降雨法の場合は、散水車等により一定区間の調査対象路面にできるだけ均等になるように**所定水量を所定の強さで散布し、その末端の集水桝で採水する**。採水は1区間の散水に対して流出時間中できるだけ連続的に一定の比率(採水量/排水量)で行い、数個の混合試料を調整し、それぞれ水質を分析する。
- 降雨法の場合は、実際の降雨を対象に、人工降雨法と同様な方法で採水する。
- ⑤ ただし、降雨法の場合は、排水量の変動幅や最大排水量が大きいため、観測を時間ピッチで行うと誤差が生じやすい。このため、**流量観測では、容器法での全量観測などを見据える(図4-6)**。このとき、排水量が降雨強度に左右される時間ピッチ(流量ピッチ)での採取が困難になるおそれがあるため、**容器の容量ピッチ**で行うことも見据える。
- ⑥ 先行晴天日数(調査前に10mm/日以上降雨がない日数)は、3日～1週間程度を目安にすることを基本とする。[資料編Ⅱ[2]参照]



図 4-6 降雨法による道路排水負荷量調査実施状況の一例

(b) 排出負荷量の計算方法

(7) 排出負荷原単位の計算

降雨法による道路排出負荷原単位は次式によって算出する。

$$U = N_{10mm} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_i \times V_i / A_i) \times 10^{-3}$$

U : 道路排出負荷原単位 (kg/ha/年)

C_i : i 回目の調査の道路排水水質 (mg/L)

V_i : i 回目の調査の道路排水水量 (m^3)

A_i : i 回目の調査の集水区域面積 (ha)

N_{10mm} : 10mm 以上の年間降水回数 (回/年)

n : 調査回数 (回)

注) 人工降雨法の場合には、人工降雨の原水水質を分析し、道路排水水質から差し引くとともに、別途、降水の水質調査を実施し、降水負荷を加える必要がある。

(4) 年間道路排出負荷量の計算方法

対象地域の面積や道路の占有面積率は、統計値より比較的容易に入手することができることから、道路排出負荷原単位から年間道路排出負荷量は次式によって求める。

$$L = U \times f \times A$$

L : 年間道路排出負荷量 (kg/年)

U : 道路排出負荷原単位 (kg/ha/年)

f : 対象地域における道路占有面積率

A : 対象地域の面積 (ha)

2) 屋根の排出負荷量調査

(a) 調査の方法

屋根の排出負荷は、晴天時に屋根に堆積した負荷が降雨時に流出してくるものと、降水そのものが持っている負荷との和として求める。

$$\boxed{\text{屋根負荷}} = \boxed{\text{屋根堆積負荷}} + \boxed{\text{屋根降水負荷}}$$

屋根の集水面積は比較的大きいことから、簡易な採水器では1降雨分の排出水を全量採取することは困難である。このため、降雨開始初期の一定量を全量採取することで、晴天時堆積負荷の排出分として把握するとともに、別途、直接大気降下物負荷の調査結果を活用し、両者の和をもって屋根排出負荷とする比較的簡易な調査を、ここでは紹介する。

<解説>

- ① 調査地点は、周辺に煙突、樹木等の局所的に特異な降下物等を発生するものない民家、ビル等を対象に雨どい等で採水できるような屋根を選定する。
ただし、所有者等との調整が難しくなる場合のほか、経年的な変化を把握したい場合が考えられるので、既往調査で行った所なども対象地候補として見据える。
- ② 調査方法としては、降雨法と人工降雨法の2つの方法が挙げられるが、簡易な調査方法である降雨法を採用する。
- ③ 調査頻度は、年間4～6回程度とする。
- ④ 調査は、降雨時の屋根排水を雨どい等により集水し、これを貯留タンクに貯水し、水質を分析することにより行う。
採水期間は、降雨開始から5mm程度までの期間とし、貯留タンクの貯水量から、採水した期間における降水量を計算して記録しておく。また、直接大気降下物負荷調査は「第4章4.1 直接大気降下物負荷の調査方法」のデポジット法に準じて実施する。この場合、降水の全量採水となるので、降雨開始から5mmまでの降水量を補正する必要がある。
- ⑤ 調査方法(集水方法)については、雨樋等の構造によっては計測機器設置が困難であったり、降雨強度による流量変動幅が大きくなることがあったりする。このため、容器法での全量観測等の手法も視野に入れて検討する(図4-7)。
- ⑥ 事前に集水面積から降雨5mmの排水量を算出し、その結果に見合う容量のタンクを用意する必要がある。
- ⑦ 調査機器設置に当たり、雨どいに雨水貯留タンクを設置するための加工や改変が必要の場合がある。
- ⑧ また、先行晴天日数(調査前に10mm/日以上降雨がない日数)は、3日～1週間程度を目安にすることを基本とする。[資料編Ⅱ[2]参照]



図 4-7 屋根排水負荷量調査実施状況の一例

(b) 排出負荷量の計算方法

(ア) 排出負荷原単位の計算

屋根排出負荷原単位は、降雨開始 5mm までの屋根排出負荷と直接大気降下物負荷の和として求め、次式によって算出する。なお、屋根面積は水平面積換算とする。

$$U = N_{5mm} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_i \times V_i / A_i) \times 10^{-3} + U_p \times (H - 5 \times N_{5mm}) / H$$

U : 屋根排出負荷原単位 (kg/ha/年)

C_i : i 回目の調査の屋根排水水質^{注1} (mg/L)

V_i : i 回目の調査の屋根排水水量^{注2} (m³)

A_i : i 回目の調査の屋根の集水区域面積 (ha)

U_p : 直接大気降下物負荷原単位 (kg/ha/年)

H : 年間降水量 (mm/年)

N_{5mm} : 5mm以上の年間降水回数 (回/年)

n : 調査回数 (回)

注1 降雨開始から 5mm 程度までの屋根排水の水質

注2 貯留タンクに溜まった水量 (降水量 5mm 相当)

(イ) 年間屋根排出負荷量の計算方法

対象地域の面積や屋根の被覆面積率は、統計値より比較的容易に入手することができることから、屋根排出負荷原単位から年間屋根排出負荷量は次式によって求めることができる。

$$L = U \times f \times A$$

L : 年間屋根排出負荷量 (kg/年)

U : 屋根の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

f : 対象地域における屋根の被覆面積率

A : 対象地域の面積 (ha)

3) その他の細区分別負荷原単位調査法

その他の細区分別負荷としては、公園・緑地、グラウンド、駐車場、住宅の庭等のいわゆる「間地」からの負荷が主なものである。これらの排出負荷原単位は道路負荷の調査方法に準じて行うか、他の類似地区で行われた原単位等を適用する。

<解説>

- ① 公園・緑地、グラウンド、駐車場は舗装の有無によって、**不浸透地域と浸透地域**に分類される。

不浸透地域は道路負荷の調査方法に準じて調査する。

浸透地域の占有面積率が大きく、地下浸透する負荷量が大きいと予測される場合には、井戸水等の調査を実施するなど、地下浸透する排水の把握に努め、別途実測することが望ましい。

4) 細区分別の負荷原単位から都市地域の年間排出負荷量の計算方法

都市地域における細区分別の排出負荷原単位から、都市地域の年間排出負荷量の算定は、次式によって行う。

$$L = \sum_{j=1}^n (U_j \times A_j)$$

n : 細区分の数

L : 算出したい都市地域の年間排出負荷量 (kg/年)

U_j : 算出したい細区分 j の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

A_j : 算出したい細区分 j の面積 (ha)

4.3 農業地域排出負荷の調査方法

(1) 総論

1) 農業地域の分類

農業地域は栽培作物の種類によって、耕作形態、かんがい方法、雨水の排水方法等が異なるため、負荷の流出特性も異なる。このため、主作物等により次の用途区分に分類し、調査を実施することを基本とする。

- ①水田地域
- ②畑作地域
- ③樹園地
- ④牧草地

また、上記の用途区分が同じであっても、土壌の種類、傾斜、耕起の状態、かんがいの方法、施肥量等が大きく異なっている場合には、それぞれの地区において調査を実施することが望ましい。

<解説>

- ① 水田地域における**水稻の年間栽培工程**は、耕起→施肥→代かき→田植え→追肥→中干し→追肥→収穫→秋耕が一般的である。特に代かき→田植え期は、排出負荷量が多く、また田植え期と中干し期に田面水が大量に排水される場合がある。さらには、大雨の場合には田面水位の調整のために排水されることがある。
- ② 畑作地域では、地域により畑地かんがいを行う地域と行わない地域がある。ただし、行う場合でも地表流が生じるほどには灌水しないため、**地表水が流れ出るのは降雨時のみである**。また、野菜類をはじめ穀類、イモ類等の栽培品種が多岐にわたり、モザイク状に多様な耕作地が分布している場合が多い。
我が国では、作物によって栽培期間、施肥量、肥料の種類等が異なり、また、年間に1種類以上の栽培をする多毛作栽培も行われている。このため、畑作地域の原単位調査は、全作物について実測に基づいた個々の原単位を設定することは困難であるので、**その地域の代表作物について調査を行うことを基本とする**。
- ③ 樹園地では、**地形的に斜面が多いため降雨時の表面流出の割合が水田や畑地と比べると高いと考えられる**。樹種により施肥方法、栽培管理方法も異なるため、**その地域の代表種について調査することを基本とする**。
- ④ 牧草地は一般に施肥が行われたり、スラリーの過剰散布が行われたりしており、また、放牧の期間、動物の生育段階、牧草地の管理等の方法も種々である。このため、**農業地域の中でも特異な負荷排出特性を有している**。

2) 農業地域からの負荷の排出

農業地域からの負荷の排出は、降雨やかんがい等に伴って表面流出するほか、中間流出（畦畔漏水）や地下浸透による負荷量の占める割合が高いという特徴を有している。これら負荷量を全体的に捉える調査を実施するよう努める必要がある。

農業地域からの排出負荷量は、その地域の作物の種類、かんがい方法、施肥方法、土壌、地質的特性、地形等によって異なり、これらは湖沼等の集水域特性として各湖沼により異なる。従って、農業地域の排出負荷量は湖沼等の集水域ごとに調査することを原則とする。

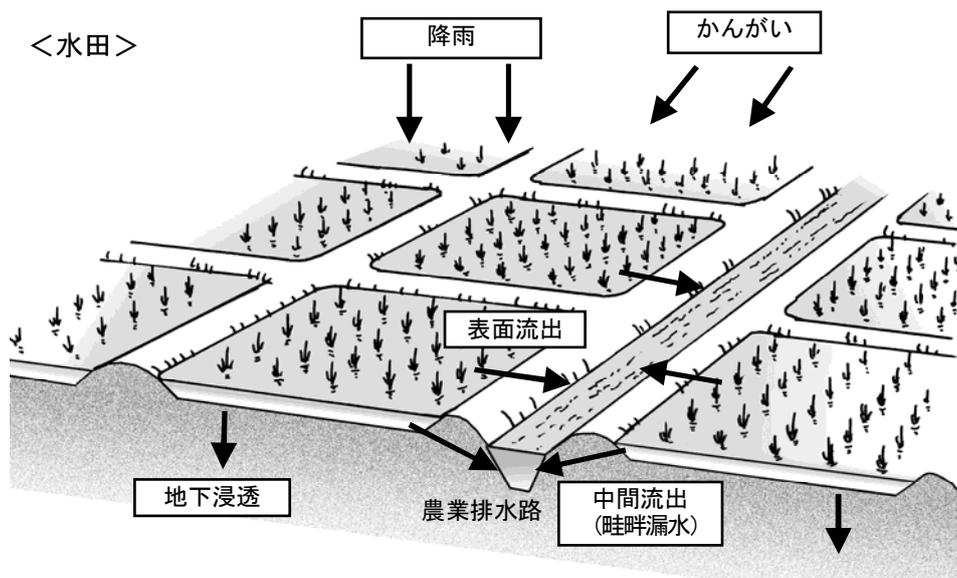


図 4-8 農業地域（水田）における非特定汚染源負荷排出の概念図

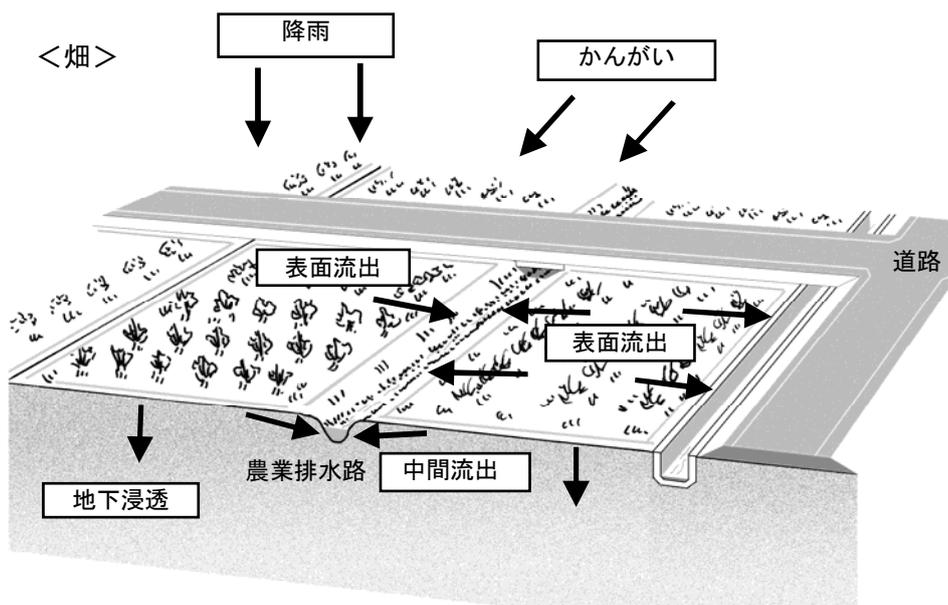


図 4-9 農業地域（畑）における非特定汚染源負荷排出の概念図

<解説>

- ① 農業地域に降雨があると、初めは土壌等に地下浸透するが、さらに降水量が増すと地表に水溜まりが見られるようになり、やがて表面流出が始まる。これに伴って土壌粒子等とともに肥料の一部、作物残碎等が洗い出される。

また、地下浸透した雨水には重力によって下降していく過程で種々の物質が溶解する。土壌粒子の表面はマイナスに帯電しているため、アンモニウムイオンのような陽イオンは土壌に吸着されるが、硝酸イオンのような陰イオンは溶脱されやすいため、畑地の地下水には硝酸性窒素が高くなる傾向が強い。また、畑地土壌中ではアンモニア性窒素は土壌細菌の硝化菌によって速やかに硝酸性窒素に酸化されて溶脱される。

土壌中には鉄やアルミニウム等の金属酸化物が存在し、りん酸性りんはこれらの金属と結合して難溶性の塩を作って捕捉されるため、窒素に比べて溶脱されにくいといった特徴がある。ただし、窒素とともにリンにも着目して負荷量を算定する必要がある。

3) 農業地域排出負荷の調査手法と種類

農業地域における非特定汚染源負荷量を把握する調査手法は、次のような用途区分別の原単位法を基本とする。

- a)調査地域において典型的な農業形態の用途区分（水田地域、畑作地域、樹園地、牧草地）を設定
- b)実測調査を実施して排出負荷原単位を算出
- c)求められた排出負荷原単位から農業地域の排出負荷量を算定する

<解説>

- ① 用途区分別の原単位法は、水田地域、畑作地域、樹園地、牧草地等のそれぞれにおいて、その集水域を代表する典型的な農業形態を選定し、実測調査により原単位を求め、この原単位から排出負荷量を算定する方法である。

単一の用途区分が選定できない混在地域では、用途区分ごとの作付面積等の占有率を調査・記録しておく。特定汚染源も多少混在する場合があるので、これらも調査・記録しておく。ただし、特定汚染源からの負荷量は無視できる程度の地域を選定することが基本である。

- ② 調査地域内で栽培されている作物種ごとに個々に調査し、これら調査結果から求められた排出負荷原単位を用いて排出負荷量を算定する方法（作物種別の原単位法）もある。しかし、調査に手間や労力を要すること、研究例が少ないこと等の課題があるため、用途区分別の原単位法を適用し難い場合において補足的に実施することが望ましい。

- ③ 作物種別の原単位法については、細区分（作物種等）ごとに実測調査を実施し、得られた原単位を使用してその排出負荷量を算定する方法である。

個々の作物種からの排出負荷量を実測調査しておくこと、それぞれの作物種特有の負

荷流出の原因や機構が明らかになり、非特定汚染源負荷の削減対策を検討するために極めて有用な情報となる。また、作物種別の排出負荷原単位を求めておけば、当該集水域の農業構成の変化があっても新たな構成比から排出負荷量を推定することができる。全国的に他の集水域との比較検討も可能である。

しかし、我が国の農業形態は作物の種類が多く、小区画に分割してモザイク状に作付けするケースが多いため、全ての作物について個々の排出負荷原単位を実測することは困難である。作物種別の原単位の調査については、いくつかの研究例があるが、個々の数値のバラツキが大きく、統一的な原単位を設定できる状況には至っていないという課題がある。

4) 農業地域排出負荷原単位の調査手法

農業地域における排出負荷原単位を把握するために用いられている調査手法は、主に次の3種類に分類される。これらの中から適切な手法を地域特性等の諸条件を勘案して選定することが重要である。ただし、調査精度の高さ、調査地点の設定や調査の実施しやすさ等を総合的に勘案すると、①小流域調査法を採用するが多い。

- ① 小流域調査法
- ② 1区画調査法
- ③ ライシメータ法

(a) 小流域調査法

小流域調査法は、広い低平な水田地域や畑作地域において数 ha～数 10ha のオーダーでかんがい水系を区切り、かんがい水と排水の両方の流量・水質を調査し、負荷量収支を取り、両者の差から排出負荷量を推定する方法である。

ただし、より精度の高い負荷量を把握するためには、上流域からの負荷流入ができるだけ小さい（流量が少なく、水質濃度が低い）地域を選ぶことが望ましい。

<解説>

- ① この方法は農業地域からの表面排出負荷を把握しやすい。ただし、地形・地域特性によって、排水路に集水される畦畔漏水等の中間流出水が少な目に出る可能性がある。

従って、この方法で求めた排出負荷原単位を他の地域に適用する場合には、その特性に十分留意する必要がある。

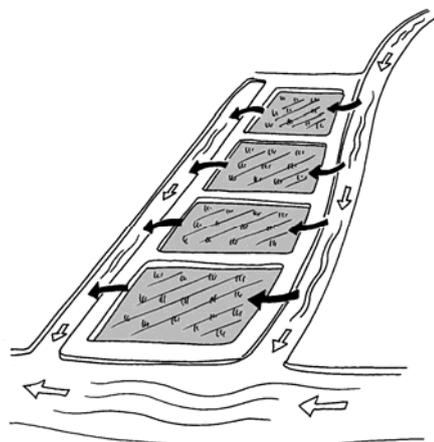


図 4-10 小流域調査法のイメージ

(b) 1区画調査法

1区画調査法は、1区画の水田や畑地等において、かんがい水と排水の流量・水質調査を行い、負荷量収支を取って両者の差から排出負荷量を推定する方法である。

耕起、代かき、田植え等の農作業の工程ごとの排出負荷量の推移等の詳細な負荷排出特性を把握できる特徴がある。

<解説>

- ①ただし、畦畔漏水等の中間流出負荷量は捉えることができない。また、1区画を対象としていることから、作物の品種の違い、施肥量の違い、農作業の個人差等の影響を把握することができないため、ここで得られた調査結果のみを代表データとして活用することは困難である。

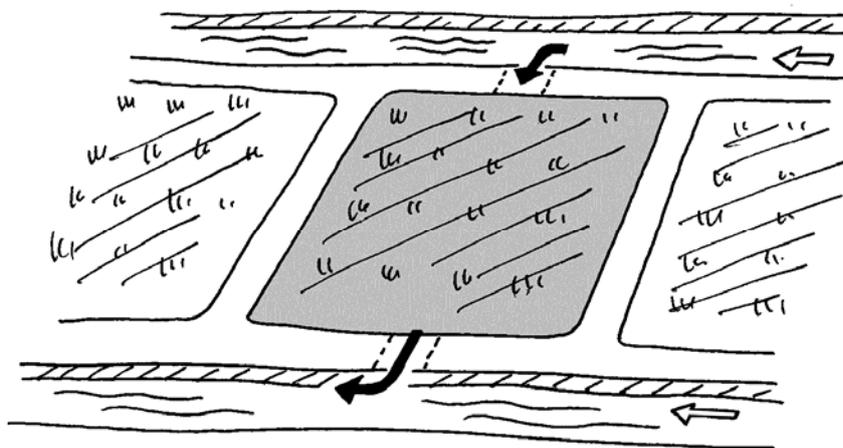


図 4-11 1区画調査法のイメージ

(c) ライシメータ法

ライシメータ法は、一定の大きさのコンクリート製又は FRP 製の容器に土壌を充填し、水量をコントロールし、それを測定できるようにした栽培装置を用いて調査する方法である。

ただし、実際の集水域での現象を再現することはかなり困難である。

<解説>

- ① 本来は、栽培装置（ライシメータ）で対象作物を栽培し、水量、施肥量等と生育状況との関係を研究するための一つの調査方法である。対象作物の蒸発散量、肥料効率、土壌の種類による肥料保持特性等のデータを得ることができる。また、表面排水や横浸透排水、地下浸透等の細分化した「原単位」を求めるのに適した方法である。

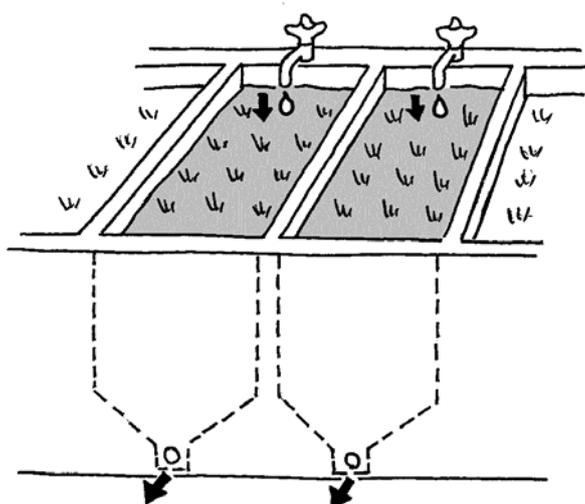


図 4-12 ライシメータ法のイメージ

(2) 農業地域の排出負荷量の調査方法

1) 調査地域の選定

(a) 選定手順

農業地域における排出負荷量を算定するためには、原単位調査を実施する必要がある。この原単位調査の対象地域は、典型的な農業形態の用途区分（水田地域、畑作地域、樹園地、牧草地）とする。

調査地域の面積は概ね数 ha～数 10ha 程度とする。選定手順は次のとおりである。

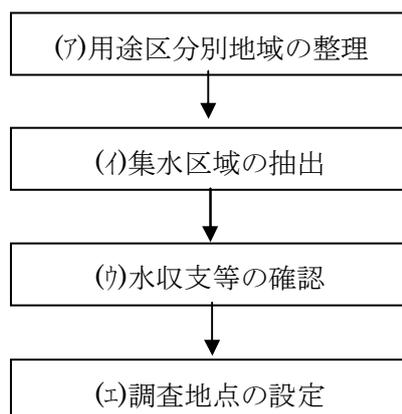


図 4-13 調査地域の選定手順

<解説>

① 地域選定の作業概要は次のとおりである。

(ア) 用途区分別地域の整理

農政部局等の資料に基づいて、用途区分別に地域を整理する。対象とする農業地域は水田地域、畑作地域、樹園地、牧草地の4用途区分とする。

ただし、用途区分は行政資料や現地踏査である程度把握できるが、作物種（特に品種）別の区分や実際の農業の実施状況などは、各農家から情報を収集する必要があることがある。

(イ) 集水区域の抽出

上記(ア)の用途区分別地域の図面上において、小河川や排水路等の単位で集水域を分割し、調査対象とする用途区分がまとまって存在する地域で、かつ当該調査地域の典型的な用途区分が存在する集水区域を抽出する。

また、小河川・排水路等の流量データや既往の調査結果が多く存在する集水区域、集水区域の上流側に集落等の大きな特定汚染源のない集水区域を優先する。

(ウ) 水収支等の確認

上記(イ)で抽出した集水区域を対象として、農政部局の資料等及び現地踏査から、かんがい用水の取水源、排水路の状況、取水期間及び取水量等の情報等が得られている水収支が明確である集水区域を絞り込む。

なお、この際には他の集水域から当該集水区域に入ってくる水量ができるだけ少ないことを確認しておく必要がある。

(エ) 調査地点の設定

本調査は、かんがい期、非かんがい期、晴天時、雨天時を含めて1年以上継続することを基本とする。このため、交通の便、機器の管理、関係部署や所有者、近隣住民等との調整なども含めて調査のし易い地点を最終的に選定する。

なお、事前に晴天時、降雨時の現地状況を確認しておくことが望ましい。農地に応じて、常時排水がある所のほか、降雨時やイベント時のみ排水が行われている所がある。また、排水路は小規模のものが多く、土砂や草木葉等が堆積していたり、亀裂・破損して漏れる状態にあつたりする場合がある。このほか、樹園地などでは、水路から導水せず、スプリンクラーによる散水等を行い、降雨時のみ排水されるケースもある。そのような排水路や排水状況などを事前に確認しておく必要がある。

(b) 選定地域の特性把握

調査地域内における用途区分のタイプの分類と構成比、作物別の作付面積または比率、及びかんがい水量・水質特性、気象状況等の調査地域の既往調査結果や地域特性等をできるかぎり整理しておく。

<解説>

① 調査地域の設定において、典型的な用途区分が設定できることはむしろまれであ

り、小集落が存在し、水田と畑地の混在等が見られる地域を調査地域とせざるを得ない場合が多い。このため、**特定汚染源負荷の状況や農耕形態または作物の構成比等及び気象特性、河川流況や取排水系統及びその量、水利権の状況などの調査地域の地域特性、また既往調査結果をできるだけ詳しく整理しておく。**この整理により、将来全国的に実測結果が蓄積された段階で、より詳細な農耕形態等による地域分類または気象特性の影響等を解析することが可能になる。

- ② 同一分類の作物でも農耕形態の相違により排出負荷量が大きく異なる場合（非均質性）があることに留意する。

例えば、水田タイプには湿田、乾田、循環かんがい水田、傾斜地水田等が存在しており、その状況を整理しておくことも重要である。

2) 調査方法の選定

用途区分別負荷原単位調査は、水田地域、畑作地域、樹園地、牧草地の各用途区分別に排出負荷原単位を求めるものであり、**原則として小流域調査法を基本とする。**

(a) 水田地域調査

水田地域での排出負荷原単位調査には、**原則的に小流域調査法を適用する。**
ただし、**現地の状況**（区画の取排水系統の状況、調査の行いやすさなど）に応じて**調査法を選定する。**

<解説>

- ① 我が国の水稻栽培は、小区画に区切った水田の上流側から順次下流の水田に流出させて灌水し、余剰の水量は適時水路や河川に排出させるいわゆる「田越しかけ流し方式」のかんがいを行っていた。しかし、近年、土地改良事業(圃場整備事業)が進み、比較的広い水田ではかんがい水路から直接灌水しており、**排水は農業排水路に直接排水されている(用排水路分離)。**

畦畔排水等は中間流出として農業排水路に流出してくると考えられるので、**原則として小流域調査法を適用する。**ただし、この調査法では**地下浸透分は捉えにくい。**

このため、水収支計算から地下浸透分を推定するとともに、周辺井戸等での水質調査結果から、地下浸透負荷をできるかぎり把握するよう努めることが望ましい（ただし、既往の周辺井戸等での水質調査は行っていない場合もある）。また、場所によっては排水路が3面張になっていて、中間流出等が流入しない場合もある。よって、**必要に応じて浸透負荷量を補正することが望ましい。**

かけ流し方式は傾斜地の小規模水田に見られ、集水域にこのような水田の多い地域では1区画調査法によってかけ流し水田調査も行うことが望ましい。

- ② 水田地域には、ハス、イグサ等を水田で栽培する作物が混在している場合があり、調査地域から分離し難い。このため、**調査地域選定の際に、そのような作物が混在している水田をできるだけ含まないように留意することが必要である。**

(b) 畑作地域調査

畑作地域での排出負荷原単位調査には、原則として小流域調査法を適用する。
ただし、現地の状況（区画の取排水系統の状況、調査の行いやすさなど）に応じて調査法を選定する。

<解説>

- ① 我が国の畑作地域では多種多様の畑作物がモザイク状に栽培されている場合が多い。また、作物、品種によって栽培期間、施肥量、かんがい方法等も異なっている。現地の実地の区画で、これらの作物別に表面流出水と地下浸透水の両方を定量的に調査することは、実際に困難である。また、我が国の畑作は地域によってそれぞれ特徴のある作物(奨励作物)を栽培する機会が多くなったが、この場合でも地域によって施肥量等栽培方法は必ずしも同一ではない。気候、土壌等の条件も異なるので、調査実施時の状況に応じ、排出負荷原単位が異なるのが普通である。

従って、畑作地域からの排出負荷原単位は、集水域等ごとに地域の作物特性に応じて一括して畑作地域排出負荷原単位として求める。調査方法は原則として小流域調査法を適用する。

なお、水収支計算から地下浸透分を推定するとともに、周辺井戸等での水質調査結果から、地下浸透負荷をできるかぎり把握するよう努めることが望ましい（ただし、既往の周辺井戸等での水質調査は行っていない場合もある）。

- ② 作物の品種は、対象集水域の代表作物を関連自治体等の農政部局などの資料によって確認する。ただし、必要に応じて各農家から情報を収集することも見据える。

マメ、イモ類、ムギ、牧草等は比較的施肥量が少ないが、野菜類は多量の施肥を行う。また、単位面積当たりの施肥量は葉菜類や茶畑では窒素肥料、テンサイ畑ではりん肥料が多く、逆にマメ類畑では窒素肥料が少ない。野菜の窒素、りん、カリウム施肥量は水稻の2倍程度が目安となっている。このため、代表作物の情報は重要となる。

なお、対象集水域において、排出負荷原単位が比較的大きいと考えられる作物が大面積で栽培されているような場合は、このような畑を対象とした重点的な調査を実施し、データの精度を高めることも必要である。

(c) 樹園地調査

樹園地での排出負荷原単位調査には、原則として小流域調査法を適用する。
ただし、現地の状況（区画の取排水系統の状況、調査の行いやすさなど）に応じて調査法を選定する。

<解説>

- ① 我が国の果樹園、茶園等の樹園地は、地域によって比較的広範囲に単一的に分布することが多い。また、概して傾斜地での栽培が多く、栽培地域からの排出負荷は

主に中間流出および降雨時の表面流出とともに排出される。このことから、表面流出や中間流出を捉えることができる小流域調査法が適している。

- ② 一方、小流域調査法では、地下浸透を正確に捉えることは困難であるため、水収支計算による地下浸透分の推定や周辺井戸等での水質調査結果を参考に、地下浸透負荷をできるかぎり把握するよう努めることが望ましい（ただし、既往の周辺井戸等での水質調査は行っていない場合もある）。

(d) 牧草地調査

牧草地での排出負荷原単位調査は、原則として小流域調査法を適用する。
ただし、現地の状況（区画の取排水系統の状況、調査の行いやすさなど）に応じて調査法を選定する。

<解説>

- ① 牧草地は、一般に斜面や丘陵地等に分布している場合が多く、集水域の特性により排出負荷は主に中間流出および降雨時の表面流出とともに排出される。このことから、表面流出や中間流出を捉えることができる小流域調査法が適している。

ただし、地下浸透分は見込まれないことから、樹園地と同様に、地下浸透負荷をできるかぎり把握するよう努める（ただし、既往の周辺井戸等での水質調査は行っていない場合もある）。

- ② 牧草地からの排出負荷原単位は、一般に放牧密度に比例すると考えられている。調査地域の畜種、放牧頭数(放牧密度)等の基礎資料を収集し、1頭当たりの排出負荷原単位を整理しておくこと、放牧頭数の変動に追従した排出負荷量を推定することもできる。

3) 調査時期と回数

農業地域から排出される負荷量は、一般に月間変動をするが、施肥時期等を除くと水質変動よりも水量変動の方が大きいので、排出負荷量の月間変動の大きな原因は水量の変動による。このように、排出負荷量の精度を左右する最も重要な要因は水量変動であるため、水量の変動要因を考慮して、定期調査、降雨時詳細調査、イベント時詳細調査を実施する。

また、農業地域からの年間排出負荷量はその年の水文条件によって大きく異なることから、調査は通年調査を3年以上継続して行うことが望ましい。

<解説>

- ① 調査は、農業の実施状況(代かき、かんがい、非かんがい等)を捉えられるよう少なくとも通年調査を行う。また、調査期間等は、一定期間ごとに見直すということも望ましい。
- ② なお、各調査の概要は、「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」で述べたとおりであり、以下に農業地域における各調査の詳細を記載する。

(a) 定期調査

定期調査は1年以上行うことを原則とするが、その調査時期・頻度は農耕形態に応じ、表 4-3 に示した目安で決定する。

表 4-3 定期調査の時期と頻度

農耕形態	時期	望ましい頻度
水田主体	①代かき・田植え期	1～3日に1回程度
	②かんがい期	月3～4回程度
	③非かんがい期	月1～4回程度
畑作、樹園、牧草主体	年間通じて実施	月1～4回程度

<解説>

- ① 特に代かき期・田植え期においては調査頻度が高くなるが、自動採水機等の活用や、複数回のサンプルを混合試料として分析するなど、精度を保ちながら手間や費用を低減する工夫を取り入れることが望ましい。
- ② ただし、調査地域に応じては、降雨時のみ排水される（晴天時に排水路が無水状態になる（特に非かんがい期））場合がある。その状況（特にいつ頃から無水状態になるかなど）を事前に確認しておく必要がある。

(b) 降雨時詳細調査

降雨時詳細調査は降水量 20mm 程度以上の降雨を狙って、年間 3～5 降雨程度行う。また、年間 3～5 降雨のうち、1 降雨以上は 1 年に 1 回発生するような規模の降雨まで含めた調査を行っていることが望ましい[後述の「資料編Ⅱ [4]」参照]。

<解説>

- ① 調査時の降水量 20mm 程度以上を想定しているが、地域によってその頻度が多くない可能性がある。このため、降水量は、気象庁等の過去の降雨データより調査地域の降雨頻度等の特徴を把握しながら設定する(地域の降雨状況に応じ 10mm 程度以上の場合もある) [後述の「資料編Ⅱ [3]」参照]。
- ② 代かき期や代かき後のみならず、非かんがい期における降雨時詳細調査も重要である(上記の年間 3 降雨というのは、代かき期や代かき後、非かんがい期の各 1 回を想定)。また、畑作地・樹園地・牧草地を主体とする地域では、降雨時の流出負荷が主体となることから、降雨時詳細調査の回数をなるべく増やすことが望ましい。ただし、少なくとも年 2 降雨以上は行う(かんがい期、非かんがい期)。
- ③ また、先行晴天日数(調査前に 10mm/日以上降雨がない日数)は、都市地域と同様に、3 日～1 週間程度を目安にすることを基本とする。[後述の「資料編Ⅱ [2]」参照]。
- ④ このほか、近隣に流量や気象等の既設観測所(降水量等データ)が存在しなかったり、降雨状況が局地的なものになったりすることがあるため、状況に応じ、現地

での簡易雨量計設置を視野に入れることが望ましい。

(c) イベント時詳細調査

イベント時詳細調査は必要に応じて年間3~4回行う。
 なお、イベント時の状況（水田では代かきや田植え時期、施肥の直後など）については、事前に情報を収集・把握しておき、その状況に合わせた調査計画を立案する。

4) 現地調査方法

農業地域における現地調査方法は「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」に準ずる。

5) 調査地域の年間排出負荷量の計算方法

調査地域の年間排出負荷量は、排出「LQ式」と流量データにより負荷量を計算することにより求める。

なお、排出負荷量の調査は原則として小流域調査法により求めることとしている。ただし、この小流域調査法では、上流からの用水や灌水の負荷量も含んでいるため、用水・灌水と排水の負荷量収支を取り、両者の差から正味の排出負荷量（差し引き排出負荷量）を算定する必要がある。

また、農業地域の上流に典型的な森林地域があれば、同一河川の上・下流の2ヶ所を調査地点として設定し、それぞれの地点で森林地域と農業地域の実測を行うと便利である。

$$L_m = \left(a \cdot (Q_{m1})^b + a \cdot (Q_{m2})^b + \dots + a \cdot (Q_{mt})^b + \dots + a \cdot (Q_{mn})^b \right) \times (60 \times 60 \times 24 / 1000)$$

$$= a \cdot \sum_{t=1}^n (Q_{mt})^b \times 86.4$$

L_m : 調査地域 m の年間排出負荷量 (kg/年) *1

Q_{mt} : 調査地域 m の t 日目の日平均流量 (m³/s)

a, b : 調査地域ごとの排出「LQ式」より求まる係数

n : 年間の日数 (365日又は366日)

*1: 流量の単位が(m³/s)のとき排出負荷量 $a \cdot (Q_{mt})^b$ の単位は(g/s)となる。このため、年間排出負荷量(kg/年)を算出する際に単位を変換するため、60秒×60分×24時間/1000=86.4を乗じている。

なお具体的な詳細方法は、資料編Ⅱ[5]参照。

6) 調査地域の排出負荷原単位の計算方法

調査地域の排出負荷原単位は次式により計算する。

$$U_m = L_m / A_m$$

U_m : 調査地域mの排出負荷原単位 (kg/ha/年)

L_m : 調査地域mの年間排出負荷量 (kg/年)

A_m : 調査地域mの集水面積 (ha)

7) 農業地域の年間排出負荷量の計算方法

農業地域における年間排出負荷量は次式により計算する。

$$L = \sum_{i=1}^n (U_i \times A_i)$$

n : 用途区分の数

L : 算出したい農業地域の年間排出負荷量 (kg/年)

U_i : 算出したい用途区分 i の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

A_i : 算出したい用途区分 i の面積 (ha)

(3) 細区分別の排出負荷量の調査方法

農業地域における非特定汚染源負荷の細区分別（作物種別）負荷を把握するためには、作物種別に求めた排出負荷原単位を求める。これら原単位を基に、排出負荷量を算定する。

これらの原単位調査方法および負荷量の算定方法等は、用途区分別の調査と同様である。

○広域にわたって単一作物が栽培されている地域では小流域調査法が望ましい。

○小区画栽培または多毛作が原則となっているような作物については、1区画調査法またはライシメータ法の適用が望ましい。

<解説>

① 水田、畑作、樹園地等で栽培する各々の作物について排出負荷原単位を設定する必要がある場合、細区分別（作物種別）の原単位調査を行う。

水稲、茶、果樹等、広域にわたって単一栽培または飼育が行われているものは小流域調査法を適用できる。水稲については1区画調査法も用いられるが、中間流出、地下浸透分の補正が必要となる。

② 多毛作で栽培する作物や、小区画に分割してモザイク状に作付けするケースについては、現地での実測調査は困難である。このような作物の場合には、1区画調査法かライシメータ法の適用が考えられる。ただし、1区画調査法では、中間流出、地下浸透分の補正が必要となる。一方、ライシメータ法では、表面流出による負荷量を測定することが困難である等、現地の状況をそのまま反映した原単位を設定することは難しい。

4.4 森林地域排出負荷の調査方法

(1) 総論

1) 森林地域の分類

森林地域は、針葉樹林、二次林、天然林等の樹林地、竹林、湿原、草原等の多様な植生地域から成っている。調査対象地域に樹林地、竹林、草原原野等の負荷流出特性の著しく異なると考えられる地域がかなりの広さで存在する場合、それぞれ用途区分を選定して調査し、用途区別に原単位を調査する必要がある。

また、用途区分のうち、例えば、樹林地の植生が針葉樹人工林、二次林、天然林等の植生的特性によって特徴づけられている場合、必要に応じてこれら植生区分等によって分類し、植生区別の調査を行ってそれぞれの原単位を調査することも望ましい。

表 4-4 森林地域の分類

地域	用途区別の分類	植生区別の分類
森林地域	樹林地	針葉樹人工林（スギ、ヒノキ等）
		二次林
		天然林
		荒地*1
	竹林	竹林
	草原原野	湿原
草原		

*1: 荒地の中には休耕田などがあるので、その土地利用状況を踏まえて排出源を区分する。

<解説>

① 用途区分内の植生分類は、環境省*2 が発行している現存植生図を利用する方法が考えられる。

同図では植生を 58 の細分類で整理しており、樹林地、竹林、草原原野といった用途区分や針葉樹人工林、二次林、天然林等の植生区分と必ずしも明確に対応していないが、58 の細分類では大まかな樹種等が記載されており、これらを参考とすればよい。

② また、現存植生図には耕作地植生やその他の分類があり、耕作地植生は果樹園、畑地、水田、休耕田等、その他には市街地、工場地帯、造成地等の細分類がなされている。このため、植生のみならず、農業地域、都市地域等の土地利用の概要の把握・分離にも活用することができる。ただし土地利用の変動の激しい地域にあっては、最新の空中写真を利用するなどして修正する必要がある。

*2：環境省自然環境局生物多様性センター発行

2) 森林地域からの負荷の排出

森林地域からの負荷の排出は、降雨に伴って溪流等へ流出する直接流出と、降雨が一旦森林土壤に保水され徐々に流出してくる基底流出に分けられる。

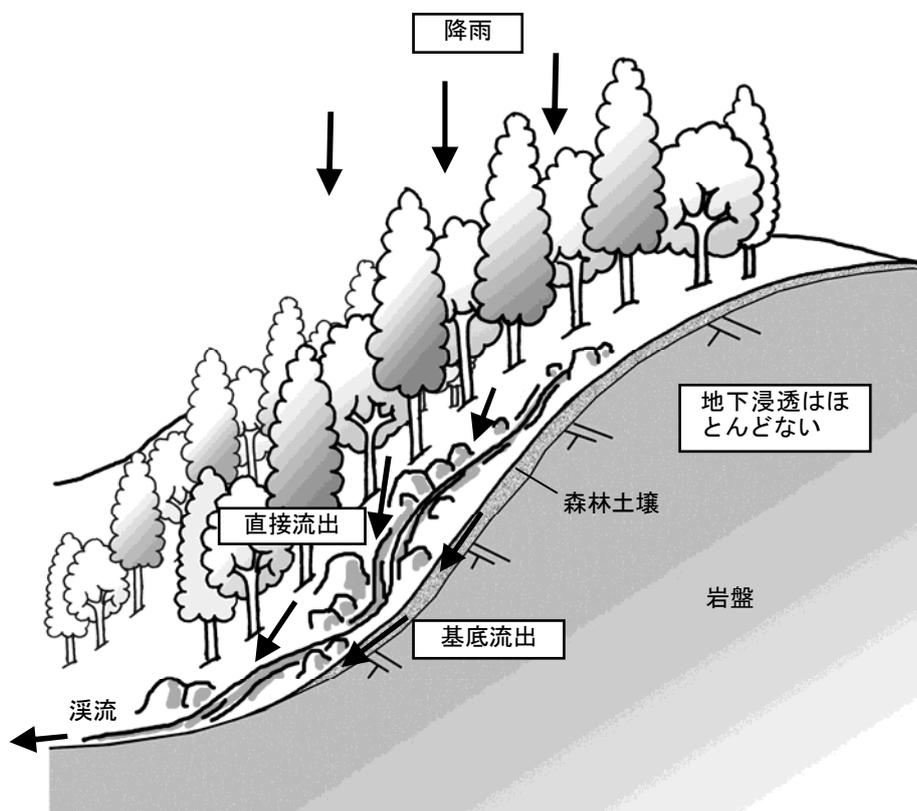


図 4-14 森林地域における非特定汚染源負荷排出の概念図

3) 森林地域排出負荷の調査手法と種類

森林地域における非特定汚染源負荷量を把握する調査手法は、原則として用途区分別の原単位法を用いる。

当該方法は、調査地域において典型的な植生形態（樹林地、竹林、草原原野）がかなりの広さで存在する場合に、それぞれ実測調査を実施し、これらの調査結果から求められた排出負荷原単位を用いて排出負荷量を算定する方法である。

<解説>

- ① 植生の細区分（例えば、針葉樹人工林、二次林、天然林等）ごとに、小区画でモザイク状に分布しているような場合には、各植生の細区分ごとの負荷原単位調査を行い、それぞれの植生区分別の原単位を設定することが望ましい。ただし、これら細区分ごとの原単位調査が実施できる集水域ブロック等はまれであり、また、細区分ごとの調査を実施するのは大きな労力を要することから、用途区分別の原単位法を基本とする。
- ② なお、これらの調査にあたっては、農業地域での小流域調査法と同様な方法で実施

することとし、森林地域の河川（溪流）等を対象として、その流末において流量・水質を調査する方法を基本とする。

(2) 森林地域の排出負荷量の調査方法

1) 調査地域の選定

(a) 選定手順

森林地域における排出負荷量を算定するためには、用途区分別の原単位調査を実施する必要がある。この原単位調査の対象地域は、典型的な植生形態の用途区分（樹林地、竹林、草原原野）とする。

調査地域の面積は概ね 1ha～数 ha 程度とする。選定手順は次のとおりである。

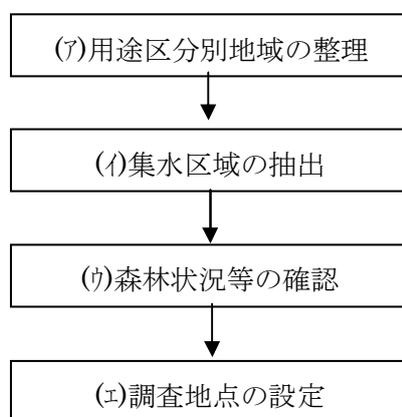


図 4-15 調査地域の選定手順

(ア) 用途区分別地域の整理

林政部局等の資料に基づいて、用途区分別に地域を整理する。対象とする森林地域は樹林地、竹林、草原原野の3用途区分とする。

(イ) 集水区域の抽出

上記(ア)の用途区分別地域の図面上において、小河川や溪流等の単位で集水域を分割し、調査対象とする用途区分がまとまって存在する地域で、かつ当該調査地域の典型的な用途区分が存在する集水区域を抽出する。

なお、その際には、集落、建物等の人為的な汚濁源がないこと、大規模な湧水等がないこと等に留意する。

(ウ) 森林状況等の確認

上記(イ)で抽出した集水区域を対象として、林政部局の資料等及び現地踏査、既往データ(流量や水質観測データ、既往負荷量調査等)を勘案しながら、小河川・溪流等の流量データや既往の調査結果が多く存在する集水区域に絞り込むとともに、さらに、現存植生図や地質図等により、植生や地質等の特性を把握し、これらについても記録しておく。

(エ) 調査地点の設定

本調査は、**通年調査を3年以上継続するため**、アクセスの便、機器の管理等も含めて調査がしやすいことが条件となるとともに、**安全が十分に確保できる地点を選定することが重要である。**

例えば、降雨時は水位・流量の増加が想定されるため、安全に採水・観測ができる橋上や調査がしやすい箇所(断面が把握しやすい、蛇行していない等)を選定する。

また、行政等が水位および流速を常時連続観測している付近を調査場所とする 것도視野に入れる。もし、流量の連続観測がされていない場合は、新たに流量観測を行うので現地踏査により流量観測が可能（量水堰が設置可能）な地点を選定し、調査地点の候補とする。

森林地域からの負荷量は水量との相関性が高いので流量観測の巧拙が精度を左右すると言っても過言でないので、特にこの点を配慮すべきである。

なお、事前に降雨時において現地状況を確認しておくことが望ましい。

例えば、事前踏査を行いつつ、調査箇所の特性(アクセス性、機器等の管理性、調査の安全性など)や河川断面、架橋の湾曲状況、基準水位の把握、既往の調査結果や気象庁データを踏まえて降雨出現頻度、流量や水質の特性等を把握する。また、調査体制について、調査作業量を踏まえて事前に確立しておく。

あと、調査地点へのアクセスが困難になるなどの問題が生じた場合に備え、近隣での代替地点を検討しておくことが望ましい。(例えば、豪雪地域では、想定以上の積雪等により調査地点へのアクセスが困難になる可能性が想定される。)

(b) 選定地域の特性把握

調査地域内における用途区分のタイプの分類と構成比、流量・水質特性、気象状況等の調査地域の既往調査結果や地域特性等をできるかぎり整理しておく。

2) 調査時期と回数

森林地域から排出される負荷量は、一般に水質変動よりも水量変動の方が大きいので、**排出負荷量の精度に影響する最も重要な要因は水量変動であることを勘案して、流量調査に重点をおきつつ水量・水質の季節変動を把握するために定期調査を実施する。**

また、降雨時には地表堆積物や浸食土砂等が一時的に流出するので、**この一時的な流出の状況を把握するために降雨時詳細調査を実施する。**さらには、春先に融雪出水が生じる積雪のある地域の場合は、**融雪出水時等のイベント時詳細調査も実施する。**

また、森林地域からの年間排出負荷量はその年の水文条件によって大きく異なるため、**調査は通年調査を3年以上継続して行うことが望ましい**

<解説>

- ① 調査は、水量・水質の季節変動、月間変動を捉えられるよう少なくとも通年調査を行う。ただし、調査時期等は必要に応じて一定期間ごとに見直す。
- ② 非特定汚染源の負荷量は、その年々の気象条件等により大きく変動することから、原則として3年以上の継続調査を行うことが望ましい。
- ③ 各調査の概要は、「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」で述べたとおりであり、以下に森林地域における各調査の詳細を記載する。

(a) 定期調査

定期調査は、晴天時・降雨時に係わらず各月毎に調査回数を設定して行う調査であり、発芽、開花、蒸発散の活発な時期、落葉等の時期が含まれるよう頻度を決定する。このため、定期調査は1年間を通じた調査とし、調査頻度は月平均1~2回程度とする。

(b) 降雨時詳細調査

降雨時詳細調査は、降水量20mm程度以上の降雨を狙って、年間4~6降雨以上を行う。

<解説>

- ① 広葉樹林地域では雨水を保水する能力が大きいため、河川流量に明瞭な影響を及ぼす降水量は概ね20mm程度以上であると考えられる。このことから、概ね20mm程度以上の降雨を狙って降雨時詳細調査を実施する。
- ② ただし、例えば20mm以上の降雨は、地域によって頻度が多くない可能性がある。このため、降水量は、気象庁等の過去の降雨データより、調査地域の降雨頻度等の特徴を把握しながら設定する(地域の降雨状況に応じ10mm程度以上の場合もある)。
(「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」、「資料編Ⅱ[3]」参照)
- ③ 雨水流出に伴う表面流出または河床堆積物の流出は、先行晴天日数、降水強度等によって状況が異なるので、四季に1回程度設定するが、地域特性に配慮して年間4~6降雨以上の調査計画を立てて、先行晴天日数、降水強度等の条件をできるだけ広く把握する。
- ④ 調査は梅雨期、秋雨期、台風期等で実施する。ただし、積雪寒冷地では融雪期も加えて行う。
- ⑤ なお、年間4~6降雨のうち、1降雨以上は1年に1回発生するような規模の降雨までを含めた調査を行うことが望ましい。
(「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」、「資料編Ⅱ[4]」参照)

- ⑥ また先行晴天日数（調査前に 10mm/日以上 of 降雨がない日数）は、都市地域と同様に、3日～1週間程度を目安にすることを基本とする。（「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」、「資料編Ⅱ [2]」参照）

(c) イベント時詳細調査

森林地域でのイベント時詳細調査は、春先の融雪出水を考慮して、概ね数時間間隔で数日間の調査とする。

- ① 融雪出水には、積雪時期の場合もある。ただし、春先の方が降雨のみならず、気温による融雪量も加味するので、流量が大きくなることから、イベント時詳細調査の時期では、春先の融雪出水を対象とすることを基本とする。

3) 現地調査方法

森林地域河川調査における調査は「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」に準ずる。ただし、降雨時(特に大規模のもの)やイベント時(融雪出水)に河床状況が変化する(改変される)可能性が想定されるため、調査前後では、調査地点の河床状況(河川断面形状)の変化を目視等により確認することが必要である。

なお、その結果に応じ、調査後に河川断面形状を見直す場合がある。

4) 調査地域の年間排出負荷量の計算方法

調査地域の年間排出負荷量は、排出「LQ式」と流量データにより負荷量を計算することにより求める。

$$L_m = (a \cdot (Q_{m1})^b + a \cdot (Q_{m2})^b + \dots + a \cdot (Q_{mt})^b + \dots + a \cdot (Q_{mn})^b) \times (60 \times 60 \times 24 / 1000)$$

$$= a \cdot \sum_{t=1}^n (Q_{mt})^b \times 86.4$$

L_m : 調査地域 m の年間排出負荷量 (kg/年) *1

Q_{mt} : 調査地域 m の t 日目の日平均流量 (m³/s)

a, b : 調査地域ごとの排出「LQ式」より求まる係数

n : 年間の日数 (365日又は366日)

*1: 流量の単位が(m³/s)のとき排出負荷量 $a \cdot (Q_{mt})^b$ の単位は(g/s)となる。このため、年間排出負荷量(kg/年)を算出する際に単位を変換するため、60秒×60分×24時間/1000=86.4を乗じている。

なお具体的な詳細方法は、資料編Ⅱ [5]参照。

5) 調査地域の排出負荷原単位の計算方法

調査地域の排出負荷原単位は次式により計算する。

$$U_m = L_m / A_m$$

U_m : 調査地域mの排出負荷原単位 (kg/ha/年)

L_m : 調査地域mの年間排出負荷量 (kg/年)

A_m : 調査地域mの集水面積 (ha)

6) 森林地域の年間排出負荷量の計算方法

森林地域における年間排出負荷量は次式により計算する。

$$L = \sum_{i=1}^n (U_i \times A_i)$$

n : 用途区分の数

L : 算出したい森林地域の年間排出負荷量 (kg/年)

U_i : 算出したい用途区分 i の排出負荷原単位 (kg/ha/年)

A_i : 算出したい用途区分 i の面積 (ha)

(3) 細区分別の排出負荷量の調査方法

植生の細区分（例えば、針葉樹人工林、二次林、天然林等）ごとに、小区画でモザイク状に分布しているような場合には、各植生の細区分ごとに原単位調査を行い、それぞれの細区分別の原単位を設定し、これら原単位を基に、排出負荷量を算定する。

これらの調査にあたっては、森林地域の河川（溪流）等を対象とした小流域調査法を実施することとし、その調査方法及び負荷量の算定方法等は、用途区分別の調査と同様である。

- ① 自然林や湿原等の植生の特殊地域は、一般的に自然のままに保全される傾向が強く、当該地域からの排出負荷を直接低減させるような人工的な施策を積極的に行うことは現実的ではない。しかし、湖沼水質保全等の施策検討にあたって、特殊な植生地域から対象湖沼等へ流出する非特定汚染源負荷量を把握することが必要になる場合があり、このような場合に植生区分別の原単位調査を行うことが望ましい。

4.5 その他負荷の調査方法

(1) ゴルフ場からの負荷の調査手法

ゴルフ場は芝等の造成維持管理のために多種類の肥料が投入されていることから、ゴルフ場からの排出負荷量についても把握しておく必要がある。

ゴルフ場での調査場所としては、排水系統等がしっかり整備されている箇所を選定し、排水路の末端で降雨時の表面流出調査を行う。調査方法は都市地域の排水路調査に準ずる。

<解説>

- ① ゴルフ場の雨水排水は、通常、自然または人工の斜面を利用していくつかの排水路に集めて排除しており、できるだけ集水区域の大きなものを選定して排出水を調査する。ゴルフ場の雨水の流出特性は雨水排水路と類似していると考えられるため、調査方法は都市地域の排水路調査に準ずる。
- ② ゴルフ場には、クラブハウス等の特定汚染源にみなされる負荷源もあり、特定汚染源排水も含めて池に貯留し、芝地等に散布して循環利用しているところが多いので、特定汚染源負荷が一部含まれる。調査対象とする排水路の選定にあたっては、特定汚染源負荷源の有無や循環利用状況等を把握しておく。

また、調査にあたり、ゴルフ場管理者等の理解と協力を得て、集水区域、排水系統はもとより、年間の維持管理状況等の情報整理も必要である。

4.6 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による調査方法

4.6.1 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）とは

「流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）」とは、流出箇所（例えば、湖沼等へ流出する河川の流末など）において、水質調査と流量観測を実施し、その調査地域（流出箇所）の流量と負荷量の関係に着目してLQ式（河川流出「LQ式」と称す）作成等を行うことにより、湖沼等への流出負荷量を把握する方法^{*1}である。

流出負荷量は、特定汚染源負荷も含まれているため、流出負荷量から特定汚染源負荷量を差し引いて非特定汚染源負荷量を推定することができるが、このとき負荷流出率を考慮する必要がある。

ただし、より実態に即した原単位を把握するために、前項までの原単位調査に加えて、河川流出「LQ式」の調査を併用し、原単位法で把握した負荷量の検証を実施することが望ましい。

<解説>

- ① 非特定汚染源の負荷量は、前述のように原単位法により各地域別に求めることが可能である。しかし別の方法として湖沼等へ流出する河川の流量・水質調査から特定汚染源負荷も含めた総流出負荷量を算定し、この負荷量から特定汚染源負荷量を差し引いて非特定汚染源負荷量を推定する方法「流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）」がある。

*1: 河川流出「LQ式」とは、湖沼等へ流出する河川の流末での流量と負荷量から作成するものであり、湖沼等への流出負荷量（様々な排出源から河川等を伝わって湖沼等へ流入する負荷量）を算定するのに活用する。

一方、排出「LQ式」とは、排出源（排出地点）での流量と負荷量から作成するものであり、排出負荷量を算定するのに活用する。

- ② 河川流出「LQ式」を作成しておくことにより、流出箇所の流量データが確保することができれば、そのデータ期間の流出負荷量を捉えることができる。

例えば、1年間の流量連続データがあれば、河川流出「LQ式」を用いて年間の湖沼等への流出負荷量を推測することができる。

- ③ また、河川流出「LQ式」の場合、流出箇所における実測の負荷量、流量に基づくことから、原単位法と比べて、湖沼等への流出負荷量を実態に近い状況で捉えやすい。

- ④ ただし、その精度は、調査頻度や条件（雨の降り方など）に応じ、流量と負荷量の相関性に依存する。

- ⑤ また、河川流出「LQ式」の場合、特定汚染源負荷が含まれているほか、各排出源別の非特定汚染源負荷が混合されている。このため、特定汚染源負荷量を差し引くことにより、非特定汚染源負荷の総量を把握できるが、負荷流出率を考慮する必要がある。原単位法を適用せずに河川流出「LQ式」のみで非特定汚染源負荷量を把握したい場合は、集水域に特定汚染源の負荷量が十分に小さいケース等に限ることが望ましい。

- ⑥ さらには、河川流出「LQ式」では、非特定汚染源から地下浸透し、湖沼等に直接湧出する負荷（地下水直接負荷）は見込まれていない。このため、必要に応じて地下水直接負荷を調査し、この負荷量を合計する必要がある。このことから、ここでは、地下水直接負荷の調査方法についても記載を行った(後述「4.6.2 (5) 地下水直接負荷の調査手法」参照)。
- ⑦ 以上のことから河川流出「LQ式」のみでは、各排出源別の負荷が不明となるほか、負荷流出率の存在があることから、非特定汚染源由来の流出負荷量や非特定汚染源対策を講じた効果が把握しにくい。
- ⑧ 一方、河川流出「LQ式」は、湖沼等への流出負荷量を実態に近い状況で捉えやすいので、原単位法により算定した負荷量をだまかに確認する手法の一つとなる。

都市地域、農業地域、森林地域等の調査地域での調査により得られた排出負荷原単位を用いて、調査地域での非特定汚染源の総排出負荷量を算定した結果に、別途算定する特定汚染源からの総排出負荷量を加えた集水域における総排出負荷量と、河川流出「LQ式」により得られた総流出負荷量を比較することにより、排出負荷原単位の妥当性をだまかに検証できる。

すなわち、河川流出「LQ式」による総流出負荷量と原単位法で求めた総排出負荷量(非特定汚染源及び特定汚染源からの総排出負荷量の総和)を比較し(図4-16)、前者が多い場合には、負荷流出率は1以上となるため、実際の負荷原単位はもっと大きな値である可能性が指摘される。一方で、流出負荷量が排出負荷量に比べ極端に小さい場合(例えば、負荷流出率が0.1)には、逆に原単位の値が大きすぎる可能性が示唆される。

以上のことから、原単位調査に加えて、河川流出「LQ式」調査も併用し、原単位法より得られた負荷量の検証を実施することは、より実態に即した原単位を把握する手がかりとなる。なお、負荷流出率は複数年に渡る流況やフレームのデータを使って流量の多い年、少ない年を含む複数年を対象に算定することが望ましい[資料編Ⅱ[1]]参照。

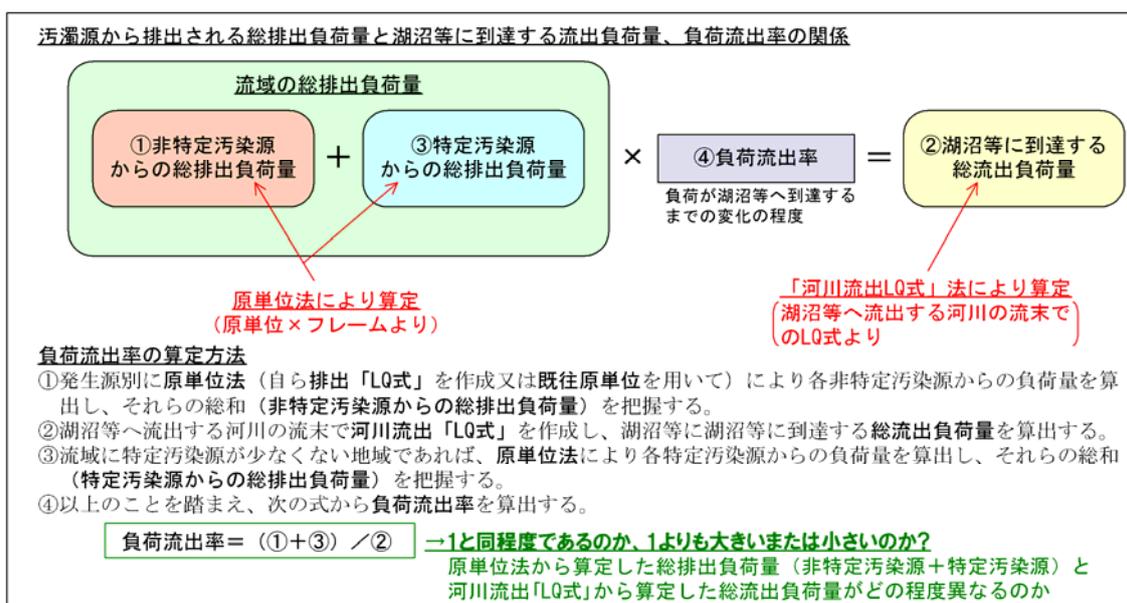


図 4-16 総流出負荷量と総排出負荷量、負荷流出率の関係及び負荷流出率算定方法

⑨ なお、河川流出「LQ 式」による総流出負荷量と原単位法で求めた総排出負荷量（非特定汚染源及び特定汚染源からの総排出負荷量の総和）を比較し、それらが大きく異なる場合（負荷流出率が大きすぎたり、小さすぎたりする場合）、その要因についてわかる範囲で検討を行うことが望ましい。例えば経年的にその差が大きくなる場合、次のような様々な要因が推測される。

- 原単位の変化や精度の違い
- 流域の土地特性（土地被覆状況や農地形態等）の変化
- 流域に蓄積されている負荷の流出
- 近年の気候変動に伴う降雨波形・頻度の変化（集中豪雨の頻発化等）

など

4.6.2 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）の調査方法

(1) 調査地点の設定

調査対象集水域から湖沼等へ流出する河川の流末を調査地点として設定することを基本とする。

(2) 調査の方法

原則として次の事項について調査を行うこととし、その調査方法は「第3章 3.4 非特定汚染源負荷の把握に係る基礎技術」に準ずる。

- (A) 水位の連続観測
- (B) 水質調査
 - ① 定期調査
 - ② 降雨時詳細調査
 - ③ イベント時詳細調査

(3) 調査期間・頻度

調査期間については、年間を通じた調査を3年程度以上継続することが望ましい。

調査頻度は、次のとおりとする。

- 定期調査：月2～4回
- 降雨時詳細調査：年間3～5回程度以上
 上記回数のうち、1降雨以上は1年に1回発生するような規模の降雨までを含めた調査を行うことが望ましい〔後述の「資料編Ⅱ [4]」参照〕。
- イベント時詳細調査：年間3～4回程度以上

(4) 調査結果の整理

河川流出「LQ式」による調査結果の整理にあたっては、河川流出「LQ式」により総流出負荷量の算定を行うとともに、特定汚染源の負荷量を算定し、これを総流出負荷量から差し引くことにより、非特定汚染源負荷量を推定する。ただし、その場合、排出負荷量に負荷流出率を乗じることにより算定されることに留意が必要であるが、実際、負荷流出率を非特定汚染源と特定汚染源で区分して把握することは困難である。

そこで、調査結果の使い方としては、より実態に即した原単位を把握することを目的とし、前述の図4-16に示す手順のように、原単位法から算定した総排出負荷量（非特定汚染源＋特定汚染源）と河川流出「LQ式」から算定した総流出負荷量の比較を行って負荷流出率を算定し、原単位法で算定した排出負荷量の妥当性を大まかに検証することが重要である。

<解説>

- ① 総流出負荷量は次式によって表されるが、特定汚染源及び非特定汚染源の流出負荷量は、排出負荷量に負荷流出率を乗じることにより算定されることに留意が必要である。

$$L = \sum_{i=1}^a (L_{npi} \times \beta_{npi}) + \sum_{j=1}^b (L_{pj} \times \beta_{pj})$$

L : 河川流末の年間総流出負荷量 (kg/年)

a : 非特定汚染負荷源の数

L_{npi} : 非特定汚染負荷源 i の年間排出負荷量 (kg/年)

β_{npi} : 非特定汚染源負荷源 i の排出負荷の負荷流出率

b : 特定汚染負荷源の数

L_{pj} : 特定汚染源負荷源 j の年間排出負荷量 (kg/年)

β_{pj} : 特定汚染源負荷源 j の排出負荷の負荷流出率

ただし、負荷流出率について、上式のように非特定汚染源と特定汚染源に区分して算定することが理想であるが、**実際、負荷流出率を非特定汚染源と特定汚染源に区分して把握することは困難である。**

- ② このため、河川流出「LQ 式」による調査結果については、より実態に即した原単位を把握することを目的とし、前述の図 4-16 に示す手順で負荷流出率を算定し、原単位法で求めた非特定汚染源からの総排出負荷量の確認をするために活用することが挙げられる。なお、負荷流出率は複数年に渡る流況やフレームのデータを使って流量の多い年、少ない年を含む複数年を対象に算定することが望ましい[「資料編Ⅱ [1]」参照]。

(5) 地下水直接負荷の調査手法

1) 地下水直接負荷量調査の必要性の検討

湖沼等の流入、流出、蒸発等を考慮した水収支状況を整理し、流入水量が流出水量や蒸発水量等の合計より明らかに少ない場合、その湖沼等に直接流出する地下水が相当量あるものとみなして地下水直接負荷量を調査する。

<解説>

- ① ここでは「湖沼等の流入」は湖沼等の上流域から湖沼等に流入する水を、「湖沼等の流出」は湖沼等から下流に流出する水を指しており、**本ガイドラインの他の項で使用している「流入」「流出」とは異なることに留意を要する。**
- ② 湖沼等の年間水収支に基づいて、**図 4-17** に示したように**流入・流出水量、湖面降水量、蒸発量、取水量および貯水量の増減を整理する。**地下水から湖沼等に流入する

水量は次式によって計算する。

なお、直接流入水量は、湖沼等に直接排水している事業場等の他、残流域からの水量を指す。

$$Q_G = (Q_O + Q_U + E_v + Q_i) - (Q_R + Q_D + P_f) + \Delta V$$

Q_G : 直接流入地下水量 (m³/年)

Q_O : 流出水量 (m³/年)

Q_U : 取水量 (m³/年)

E_v : 蒸発水量 (m³/年)

Q_i : 浸透流出水量 (m³/年)

Q_R : 河川流入水量 (m³/年)

Q_D : 直接流入水量 (m³/年)

P_f : 湖面降水量 (m³/年)

ΔV : 湖沼等の貯留水量の変化量 (m³/年)

これらを年間ないし数年で考えると、 ΔV は湖沼等の水位の変化として捉えることができるので、 Q_G を評価することができる。

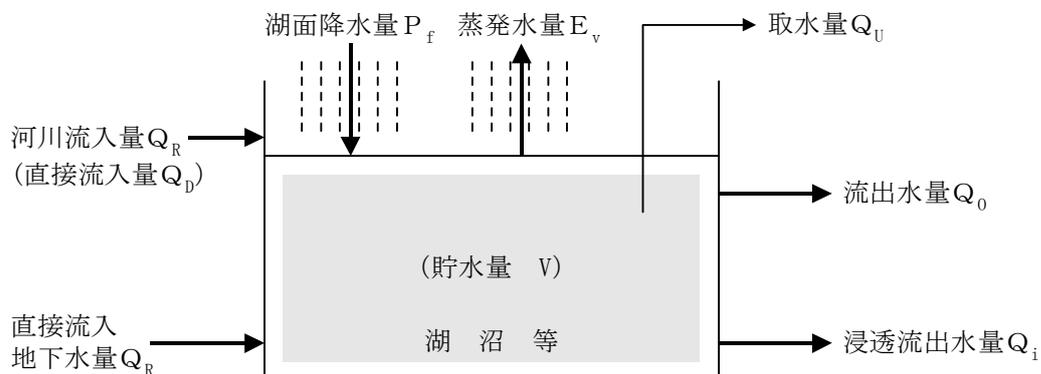


図 4-17 湖沼等の水収支概念図

- ③ ただし、 Q_i の推定も Q_G と同様に容易ではないこと、また湖沼等によっては、浸透による流出水量が無視できない程大きいものがあるため、水収支を検討するにあたり、必要に応じて専門家の見解を求める。

2) 地下水直接負荷量調査の方法

地下水直接負荷は地下水の平均水質と流入水量から求める。

地下水の平均水質は、湖沼等に直接流入している湖沼等周辺の井戸から採水した地下水を分析することにより把握する。流入水量は長期間にわたる水収支データを解析することによって求める。

(a) 調査井戸の選定

調査井戸は湖沼等に流入している地下水脈に設置された湖沼等周辺の井戸を選定する。

<解説>

- ① 調査対象の井戸は湖沼等周辺のボーリング資料(土質等)、井戸の深さ(ストレーナの深さ)、水位変化等の既往データにより地下水の流向を求め、湖沼等に地下水が直接流入していると考えられる井戸を選定する。

調査対象の井戸は、複数設定することが望ましい。

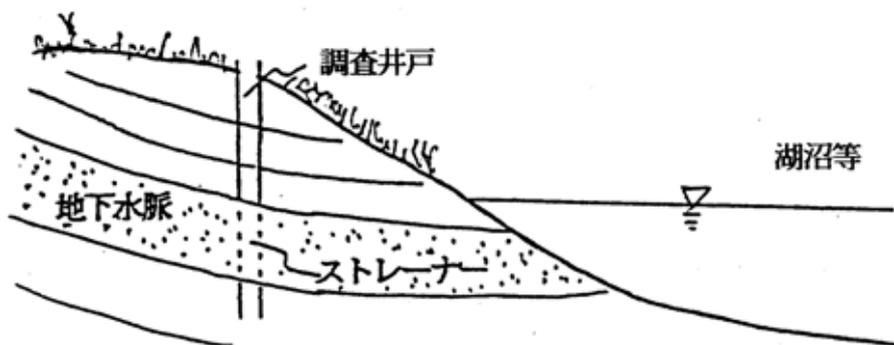


図 4-18 調査対象の井戸

- ② 地下水の流向は「地下水質調査指針」（環境庁 1987）¹¹⁾次の手順で確認する。

<地下水の流向推定手順>

- 1) 地形図(2,500 分の 1~5,000 分の 1)に井戸の所在地と水位*1~2 を記入する。
- 2) 地下水面等高線を描く。
- 3) 地下水面等高線に対して直交する方向を連続に結び流向を推定する。

*1: 揚水量の大きな井戸は、井戸水位及び周辺の地下水位を低下させる場合があるため、井戸の揚水量についても情報を整理する。

*2: 井戸の水位は、必要に応じて「地下水質調査指針」（環境庁 1987）¹¹⁾の測水調査の方法に準じて測定するが、本調査は地下水のおよその流れを把握すればよいため、既存資料（地下水位に関する資料、揚水量に関する資料）をできるだけ活用する。

(b) 地下水の採水

湖沼等へ直接流入する地下水の採水は、湖沼等の周辺に分布する井戸において、あらかじめポンプ等で十分に水替えを行った後に行う。

<解説>

- ① 使用頻度の少ない井戸では井戸内の水が溜まり水となって酸化し、生物が繁殖して水質が変質している場合が多い。また、使用目的によっては消毒剤等を添加している場合もある。

これらの影響のない地下水を採取するためにあらかじめ水替えを十分に行う。井戸の水替えは1日以上連続して行うことが望ましいが、かなりの時間を要するため、少なくとも観測井中に溜まっている水量を排出した後に、新たに湧出したものを採水するようにする。

- ② 地下水が嫌気的な条件の場合には、地下水中に還元鉄やマンガンが溶解しており、汲み出した後にこれらが酸化沈殿して水質が変わる場合があるので、現場観測項目については、地下水の採水直後に測定を行う。

(c) 調査回数

地下水調査は年間4回以上(四季各1回以上)実施して、年間の平均的水質を把握する。

<解説>

- ① 地下水の水質は、河川等の地表水と比べて変動は少ないものの、降水や農耕地でのかんがい等の影響で地下水量が季節変動し、水質も変化している可能性がある。年間の平均的水質を得るためには、調査は四季にわたって4回以上行うことが望ましい。

(d) 測定分析項目

水質測定項目は表 2-1 に示した項目に準じる。

3) 負荷量の計算方法

地下水流出負荷量の計算は次式によって行う。

$$L = C \times Q \times 10^{-3}$$

ただし、 L : 地下水流出負荷量 (kg/年)

C : 地下水の平均水質 (mg/L)

Q : 直接流入地下水量 (m³/年)

<解説>

- ① 地下水は表流水とは異なり、流動および水の交換が少なく、水質変化も一般的には非常に緩慢である。湖沼等周辺の地下水の水質は、一般に地域的、時間的または季節的変動が小さいので、数地点で数回測定した水質データがあれば、それらを平均して湖沼等周辺の平均水質とする。

温泉等の特異的な地下水の存在が考えられる場合は、調査地点数等は別途検討する。

4.7 負荷原単位の検証について

非特定汚染源の負荷原単位調査にあたっては、既往の原単位調査結果との比較や河川流出「LQ式」も踏まえて算定する負荷流出率の確認などにより、原単位調査から得られた結果の妥当性を大まかに検証することを基本とする。

その結果、既往の原単位調査結果と大きく相違している場合や、負荷流出率が大きすぎたり、小さすぎたりする場合には、地域特性等を踏まえた上で、その理由等を検討するとともに、調査手法等も比較・改善していくことにより、原単位の精度向上を図っていくことが重要である。

<解説>

- ① 各指定湖沼において策定されている湖沼水質保全計画に使用された原単位を比較すると、湖沼ごとに比較的大きなバラツキがみられ、特に畑地の原単位については湖沼によって大きな差がみられている。これは、湖沼集水域における地域特性や農業形態、主要な作物種類、施肥量等が影響している可能性のほか、調査時期・頻度・回数等も影響しているものと推察される。

このバラツキは、調査地域や調査方法等がそれぞれ相違するため、当然なことであるが、調査の手法等に起因してバラツキが大きい等の場合には、当該地域の排出負荷量を正確に見積もれていないということとなり、今後の水質保全対策の検討に支障が生じる可能性が懸念される。

このため、調査から得られた結果の妥当性を大まかに検証し、必要に応じて調査手法等も比較・改善していくことにより、原単位の精度向上を図っていくことが重要である。

- ② 既往の原単位調査結果との比較を行う場合、比較対象とする既往の原単位調査結果については、その調査手法、条件・背景等が適切に記録されているもののみを使うことに留意が必要である。逆に、そのような調査方法・条件等の情報が少ない既往調査結果は、参考にするのに適さない（既往調査結果の方が妥当でないなどの）可能性が考えられる。

（前述「第3章 3.3.6 調査記録の必要性」参照）

- ③ また負荷流出率を算定することにより原単位法で得られた結果の妥当性を大まかに検証することも重要である。（詳細は前述の「第4章 4.6 流出河川負荷量実測法（河川流出「LQ式」）による調査方法」参照）

第5章 非特定汚染源対策と期待される効果

5.1 非特定汚染源対策の検討に関する基本的考え方

非特定汚染源からの負荷を削減するために、発生～排出の段階で「あらゆる場所で、あらゆる手法・手段を講じて、実行可能な対策を実施していくことにより、非特定汚染源の負荷量の総量を削減するとともに、その削減対策の評価を実施し、より効果的な対策に向けた見直しを行うなど、持続的改善を図っていく」という考え方を基本とする。

対策効果を見出すにはPDCAサイクルを活用しながら進めていくことが重要である。このため、対策を講じるにあたっては、対策実施後のモニタリングを実施し、その効果の評価まで行うことが不可欠である。

また、対策を行う際に目標とする効果については、負荷量を削減することが重要であるが、そのみならず、対策を通じて住民等の意識高揚を図るなどにも着目することも必要である。

<解説>

① 我が国では湖沼、内海、内湾等の閉鎖性水域において富栄養化の進行が著しく、閉鎖性水域の水質保全及び改善を図るために事業場等からの排水規制をはじめ公共下水道整備の推進等による湖沼等への汚濁負荷の削減対策が行われてきた。しかし、未だ湖沼等の富栄養化の進行を完全に抑制することができていない。

そのため、従来の排水規制や下水道整備等による産業系、生活系等の特定汚染源からの負荷削減対策とともに、非特定汚染源対策を実施する必要性が求められるようになってきた。すなわち、閉鎖性水域の水質を保全するためには、従来の負荷削減対策の対象になっていなかった都市地域、農業地域、森林地域等の非特定汚染源からの汚濁負荷に対しても特定汚染源対策と均衡した対策を推進することが重要である。

② 負荷削減対策の最も基本的な方法は発生源での抑制を行うことである。しかし、非特定汚染源に対しては、従来、工場・事業場に対して行われてきたような排水規制という抑制対策と比べて効果が見込まれにくい。非特定汚染源からの負荷の大部分が、人間の日常生活や生産活動から発生する負荷のうち「特定汚染源」に分類されたものを除いたものであることや、通常の農業活動、自然生態系の動植物の営みによって発生したものであり、これらの発生源が面的に分布しているためである。

さらに、非特定汚染源負荷は雨水の流出とともに排出されるので、排出水量が多いといった特徴があり、その全量処理を行うことも現実的ではない。

このため、対策については、発生～排出の段階であらゆる場所で、あらゆる手法・手段を講じて、実行可能な対策を実施していくとともに、その削減対策を評価しながら必要に応じて対策を見直していく。

- ③ 非特定汚染源対策の検討にあたっては、都市地域、農業地域、森林地域等それぞれにおいて、**地域特性に合致した実効性のある対策を選定することが基本であり、各種多様な対策メニューの中から、最も負荷削減効果等の高い対策を選定することが重要である。**

集水域の人為的活動によって増加した負荷を削減し、自然のバックグラウンドレベルに近づけていくことを基本とし、対策の選定に際しては、それぞれの対策の有する前提条件が存在しており、この条件を満たすことが必要となるが、一方では効果を高める視点に基づき、**費用対効果のより高い対策を優先的に選定することが必要である。**

- ④ ただし、非特定汚染源は、非定常性、非均質性の特徴を有し、発生源、排出源の分布・形態、排出の機構等が多種多様であるとともに、面的に分布しており、排出水量が多いなどのことから、そのメカニズムが複雑である。このことから、効果が明瞭に出現しないことが想定されるので、**PDCAサイクルを活用しながら対策を進め、効果を発現させていくことが重要である。**

また、対策を計画・実施している事例は多いが、その効果まで評価されているものは少ない。しかし、PDCAサイクルを活用しながら対策を進めるためには、**対策実施後のモニタリングを実施し、その効果評価まで行うことが不可欠である。**逆に効果評価が行われなければ（やりっぱなしでは）、対策の意味を成さないおそれがある。

なお、そのような効果評価まで行っている対策事例が多く蓄積されることにより、将来、他の地域において対策を講じやすい仕組みを構築することが期待できる。

- ⑤ 非特定汚染源対策の多くは、農業者、林業者等の事業者、地域住民、道路管理者、下水道管理者等の取り組みや対策に委ねられているのが現状であり、**これら関係者や住民の十分な理解や協力を得ること、及び取り組みや対策の確実な実践が行われることが前提となることから、対策の検討・選定にあたっては、取り組みや対策への協力が得られる地域やその対策内容を選定することが重要な要素となる。**

また、対策選定の余地を広げ、実効性のある対策を選定するためにも、**理解や協力を得られるような仕組みづくりや体制づくりについても検討していくことが重要である。**

- ⑥ 非特定汚染源対策においては従来の施設(ハード)中心の対策に加え、住民・観光客・利用者等各個人一人ひとりが、環境保全に協力しあっていくということが大切であり、**個人レベルで行える対策を推進することも必要である。**

また、**個人の意識を変革していくための「環境教育」等の「ソフト」面の対策を充実していくことも重要である。**

このため、対策の目的設定では、負荷量を削減することが重要であるが、それのみならず、**対策を通じて住民等の意識高揚を図るなどにも着目することも必要である。**

例えば、水質保全型農業の普及は、水田からの負荷量削減が見込まれるが、関係機関との連携が必要になることから、対策を通じて住民等の意識高揚を促進させることが期待できる。このとき、ほ場指導員による現地巡回指導、環境学習・研修会、イベント開催、広報などの啓発活動により、住民等のさらなる意識高揚が見込まれる。

5.2 非特定汚染源対策のメニュー

前記の図 1-1「湖沼水質保全対策の体系と本ガイドラインの対象」に示した、非特定汚染源対策の体系の部分抜粋して図 5-1 に示した。

対策は大別して、都市地域、農業地域、森林地域での対策に分類され、それぞれの地域特性に合致した対策を選定する必要があり、これら地域別の対策の他に、地域横断的対策として、全体的な事項やソフト対策等も挙げられる。

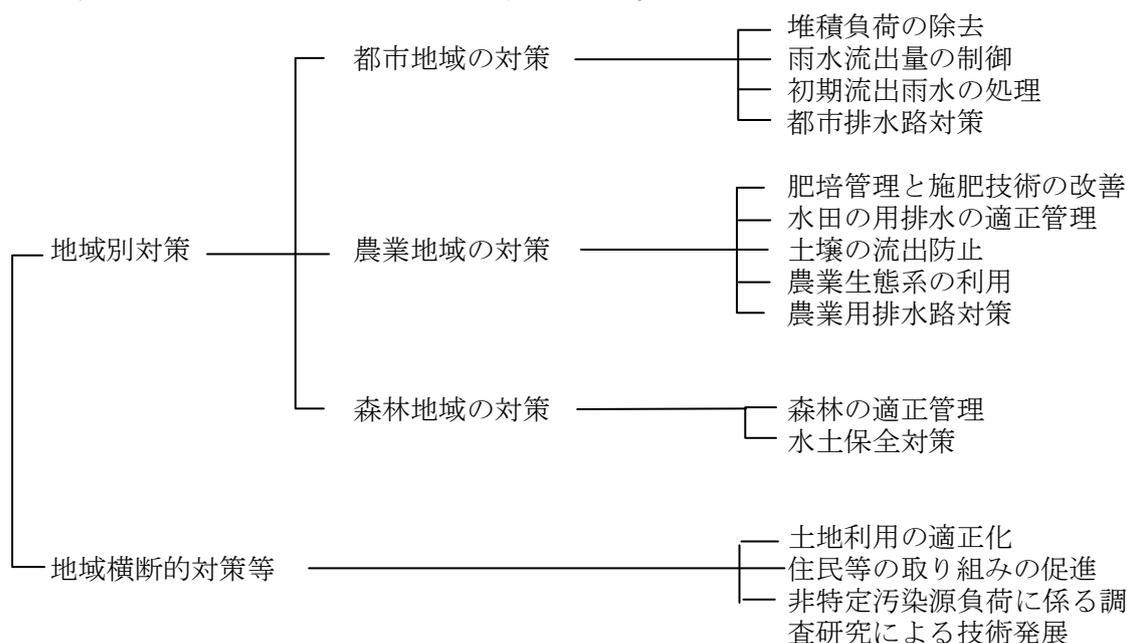


図 5-1 非特定汚染源対策の体系

対策手法の選定方法は、以下に示すとおりである。

- ① 対策を優先的に実施すべき集水域の地域特性等を踏まえ、都市地域、農業地域、森林地域の各種対策について、対策を実施するための前提条件や効果を高めるための視点等と照らし合わせることで、適切な対策メニューを選定していく。
- ② 負荷削減量は、各種対策の負荷削減率だけではなく、原単位の絶対値や対策面積などのフレームの大きさ等によっても大きく左右されることを考慮する必要がある。
- ③ 複数の対策を組み合わせることにより、負荷削減効果が高まる場合もある。また、森林管理の実施と間伐材の有効利用、家畜排せつ物の堆肥化など、湖沼等の水質保全だけでなく、循環型社会の構築にも寄与できる対策も存在することから、各対策の有する副次的効果等にも着目し、対策を選定することが望ましい。
- ④ 対策の選定に際しては、対策実施の負荷削減効果と経済性との関係が一つの選定要因となることから、費用対効果（削減負荷量と事業費の関係）等の指標を用いての比較・検討を実施することも必要である。

その他、対策の推進に際して配慮すべき個別の事項等について表 5-1 に整理した。

表 5-1 対策推進に際して配慮すべき個別の事項等

地域	配慮事項
都市地域	<ul style="list-style-type: none"> ・路面の清掃等については道路管理者、下水道に関する対策については下水道管理者等との協力・連携の下、推進していくことが重要である。 ・雨水処理施設の設置対策については、下水道整備計画において考慮されている場合があることから、下水道整備との連携を図ることで、効率性の向上が期待できる。
農業地域	<ul style="list-style-type: none"> ・農業地域における対策の選定に際しては、農業者の理解と協力が積極的に得られることが全ての対策の共通の前提条件となることを考慮する必要がある。 ・「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」及び「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」に基づき、都道府県や認定農業者等が作成した指針や計画を十分に考慮して対策の選定を行うことが望ましい。
森林地域	<ul style="list-style-type: none"> ・水土保持施設は、主に治山を目的として建設されるものであるため、これらの対策の選定・実施にあたっては、治山事業者との協力・連携の下、推進していくことが重要である。また、対策にあたっては、森林組合等との連携も必要である。

なお、地域横断的対策においては、個人、事業者及び行政の各主体自らの取り組みを推進するとともに、行政は個人及び事業者の各対策への取り組みの推進を働きかけ、強力なバックアップ体制を整備していくことが必要である。

また、土地利用の適正化や、非特定汚染源負荷の把握及び対策等に係る技術や知見を蓄積し、より効果的・効率的な対策をめざすべく調査研究を進めていくことが重要となっている。

5.3 非特定汚染源対策の実施計画の立案

非特定汚染源対策の実施計画は、以下に示す手順に沿って立案を進めることを基本とする。

- (1) 非特定汚染源対策の対象地域の抽出
- (2) 地域条件・前提条件等の把握と対象地域の選定
- (3) 適用可能性のある対策の抽出
- (4) 対策効果の比較・検討
- (5) 対策の実行可能性の検討
- (6) 対策の選定
- (7) 非特定汚染源対策の実施体制の検討
- (8) 非特定汚染源対策の実施計画の立案

(1) 非特定汚染源対策の対象地域の抽出

第一に、非特定汚染源対策を実施する対象地域を複数抽出する。

基本的には、都市地域、農業地域、森林地域等の非特定汚染源に対して、それぞれの地域における対策を適用することとしているが、非特定汚染源が存在することが大前提であり、これら地域を対象として複数抽出することが基本となる。

複数抽出する理由は、対策実施の可能性がより高い地域を選定しやすくするためであり、さらには最も効果的・効率的な対策を選定しやすくするためである。

(2) 地域条件・前提条件等の把握と対象地域の選定

複数抽出した対象地域について、それぞれ地域条件や制約条件、前提条件等に関する情報を収集・整理し、非特定汚染源対策を適用した場合に、当該地域の事業者、住民、行政等の協力が得られやすく、対策を実行に移しやすいといった特徴や、高い効果が得られることが期待される地域を対象地域として選定する。

(3) 適用可能性のある対策の抽出

各地域における対策は複数の種類が存在しており、当該地域の特性等を踏まえ、適用可能な対策を複数抽出する。

この際には、当該地域の特性等と対策実施のための前提条件とを照らし合わせることでより対策の絞り込みを行う。

(4) 対策効果の比較・検討

複数抽出した対策について、当該地域で実施した場合の負荷削減効果や費用等について検討を行い、これらの情報を比較・検討することにより、対策選定の優先順位をつける。

優先順位は、対策効果を高める条件やメリット・デメリット等を考慮した比較・検討により導き出される。

(5) 対策の実行可能性の検討

対策の優先順位で上位に位置づけられた対策について、対策を実行する場合の問題点やその他障害となる事項等を整理し、対策の実行可能性を検討する。

(6) 対策の選定

検討結果を総合的に判断し、対象地域において最も効果的・効率的な対策を選定する。

(7) 非特定汚染源対策の実施体制の検討

対策の選定結果を踏まえ、具体的に誰が実施するのか等の実施主体等を検討する。

(8) 非特定汚染源対策の実施計画の立案

成果をとりまとめ、実施計画を立案する。

なお、実施計画には、PDCA サイクルを踏まえたモニタリング調査計画や評価方法等についても検討・立案しておく。

5.4 非特定汚染源対策の方法と事例

非特定汚染源対策の主な例を表 5-2 に示す。

非特定汚染源負荷は、その発生源、排出源の分布・形態、排出の機構等が多種多様であり、非特定汚染源対策またはこれに係る取り組みは、地域特性、実行機関（住民、事業者、行政等）とその規模により様々な形態が考えられ、その実施場所、実施時期、対策実施の難易性、要する経費等により、多くの手法がある。

表 5-2 非特定汚染源対策の主な例

主な実施地域	対策の分類	具体的な方法
都市地域	堆積負荷の除去	路面の清掃
		雨水樹・管渠等の清掃
	雨水流出量の制御	雨水の地下浸透の促進
		雨水貯留施設の設置・管理の適正化
		合流式下水道における越流水量の低減
	初期流出雨水の処理	雨水処理施設の設置・管理の適正化
都市排水路対策	浸透・浄化型水路の整備	
	都市排水路流末での植生浄化	
農業地域	肥培管理と施肥技術の改善	施肥量の適正化
		施肥方法の改善
		肥料資材の改良
		野菜作における輪作の導入
	水田の用排水の適正管理	田植工程の改善
		畦からの漏水防止
		反復利用や循環かんがい
		水管理の改善
	冬季湛水、不耕起移植栽培	
	土壌の流出防止	土壌表面の被覆
		防風対策(防風による表土の飛散防止等)
	農業生態系の利用	休耕田の脱窒、りんの吸着機能の利用
農業用ため池を活用した浄化		
農業用排水路対策	農業用排水路の浚渫	
	浄化型農業用排水路の整備	
森林地域	森林の適正管理	適切な伐採管理の実施
		植林
		森林管理
		負荷削減に寄与する植生の選択
	水土保持対策	水土保持施設の設置
地域横断的対策		土地利用の適正化
		住民等の取り組みの推進
		非特定汚染源負荷に係る調査研究による技術発展

5.4.1 都市地域における対策と期待される効果

(1) 対策の背景

都市地域の非特定汚染源負荷は、道路、屋根、公園・緑地等に堆積した負荷が降雨時に道路側溝、都市排水路、雨水排水管等を通じて排出される。これらからの排出負荷量の削減のための対策としては、発生源（排出源）での対策、流出水量の調節、排出水の処理等が挙げられる。排出水の処理の場合には特別な施設が必要であり、そこで堆積する汚泥等の処理処分方法も同時に検討しておかなければならない。

対策には、非特定汚染源のみを対象としたものもあるが、それ以外の目的を併せ持つものも多い。例えば、本来は特定汚染源対策として整備された施設が非特定汚染源負荷の削減にも効果を発揮する場合もあるため、非特定汚染源対策の検討にあたっては、特定汚染源対策も考慮に入れた総合的な対策を検討していくことが効果的である。

(2) 対策手法

1) 対策の分類

都市地域の非特定汚染源負荷の削減手法を分類列举すると次のとおりである。

対策の分類	具体的な方法
堆積負荷の除去	路面の清掃
	雨水枿・管渠等の清掃
雨水流出量の制御	雨水の地下浸透の促進
	雨水貯留施設の設置・管理の適正化
	合流式下水道における越流水量の低減
初期流出雨水の処理	雨水処理施設の設置・管理の適正化
都市排水路対策	浸透・浄化型水路の整備
	都市排水路流末での植生浄化

なお、対策の知見として、(財)下水道新技術推進機構（2008.3）「市街地ノンポイント対策に関する手引き（案）」¹²⁾などがあるので、そのような文献も参考にされたい。

2) 対策の概要

都市地域での対策は、主に堆積負荷の除去、雨水流出量の制御、初期流出雨水の処理、都市排水路対策等が挙げられ、その概要を表 5-3 に示した。

(a) 堆積負荷の除去

都市地域における非特定汚染源負荷の主な堆積箇所（道路面等）において清掃を行い、降雨に伴って流出する前に負荷を除去する方法と、雨水の流出過程において道路沿道等の雨水枿、管渠等に蓄積した負荷を清掃等により除去する方法がある。

(b) 雨水流出量の制御

都市地域で発生した非特定汚染源負荷は、雨水の流出とともに掃流されていくことから、降雨時の雨水の流出量を減少させることは、負荷を掃流する力が弱まることにつながり、結果として公共用水域に流出していく負荷を低減することができる。

対策として、雨水浸透枳、浸透トレンチ、透水性舗装等の整備による雨水の地下浸透の促進対策や、浸水対策を主目的として導入される雨水貯留施設設置による対策がある。前者の対策では、地下浸透に伴う土壌による浄化効果と地下水の涵養が期待でき、後者の対策では、降雨初期の高濃度排水の貯留と沈殿効果による負荷の削減、貯留した雨水の雑用水としての活用も期待できる。

また、合流式下水道の処理場では、一般に晴天時汚水量の約2倍を超える雨水量が流入してきた場合には、汚水を処理せずに直接河川等へ放流し（越流水）、多くの負荷を流出させるという問題点を有しているため、雨水滞水池の設置・清掃、遮集管渠の容量の増大、雨水吐きの統廃合、汚水管渠との分離等の遮集方式の改善等を図ることにより、越流水を減少させるという対策がある。

(c) 初期流出雨水の処理

都市地域からの非特定汚染源負荷を含んだ初期流出雨水を排水処理することにより、公共用水域へ流出する負荷を削減する対策である。

合流式下水道の処理場においては従来から越流水対策として、雨水沈殿池、スワール分水槽等の沈殿処理を主体とする対策が実施されてきたが、この対策を分流式下水道等の雨水排除施設に適用するものである。なお、その他の処理方式として、浮上処理、急速ろ過、凝集沈殿等の方法についても実験例があるが、雨水処理に適用する場合には不連続の処理となるため、これら方式の適用性は低いものと判断される。

(d) 都市排水路対策

都市排水路等において、地下への浸透を促進することで土壌による浄化効果や地下水の涵養効果を図るとともに、自浄作用が発揮しやすい排水路形態とすることで、流出する非特定汚染源負荷を削減する対策である。

また、都市排水路等の流末に、貯留池・沈殿池と植生浄化を組み合わせた施設等を設置し、非特定汚染源負荷の削減を図る方法がある。

表 5-3 都市地域における非特定汚染源対策の概要(1)

具体的な対策		対策の概要	期待できる効果	留意点
堆積負荷の除去	路面の清掃	道路面の堆積負荷を清掃によって除去する	清掃頻度を高くすることによって除去率を上げることができる	<ul style="list-style-type: none"> ・真空吸い込み方式の場合、路面がぬれていると清掃効果がない ・ブラシ式では小さい粒子を除去することが困難である ・道路管理者との協議が必要である
	雨水枿・管渠等の清掃	道路沿道等の雨水枿、管渠内の堆積負荷を清掃によって除去する	清掃頻度を高くすることによって除去率を上げることができる	バキューム方式等による清掃が困難な場合には人力に頼らざるを得ない
雨水流出量の制御	雨水の地下浸透の促進	雨水浸透枿、浸透トレンチ、透水性舗装等の整備により、雨水を人工的に地下に浸透させ、雨水流出量を低減する	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌による浄化効果も期待できる ・地下水の涵養効果がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・不適切な維持管理（目詰まり）による性能低下がある ・土壌や地下水の汚染の可能性がある
	雨水貯留施設の設置・管理の適正化	雨水排水を一時的に貯留し、雨水流出量を制御する	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨初期の高濃度排水の貯留と沈殿効果による粒子状成分の割合が高いりん、CODの除去が可能である ・貯留した雨水は雑用水（水洗トイレ用水、冷却用水、植栽用水等）として利用できる ・砕石空隙貯留施設の場合は、雨水の地下浸透及び雑用水等としての利用が可能となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な運用と維持管理を必要とする ・施設内に沈殿・堆積した汚濁物質の処理が必要である
	合流式下水道における越流水量の低減	合流式下水道において、雨水滯水池の設置・清掃、遮集管渠容量の増大、遮集方式の改善等により越流水量を低減する	公共用水域への大きな負荷である越流水量を低減することができる	施設管理者等と十分な協議が必要となる
初期流出雨水の処理	雨水処理施設の設置・管理の適正化	合流式下水道の雨水吐き、分流式下水道やその他施設の雨水排除施設において、初期流出雨水の処理を行う	都市地域からの非特定汚染源負荷を含んだ初期流出雨水を排水処理することで、公共用水域への負荷の削減ができる	分離された汚濁物質の処理が必要である
	雨水沈殿池	沈殿効果を利用した雨水の処理を行う	降雨初期の高濃度排水の貯留と沈殿効果による粒子状成分の割合の高いりん、CODの除去が可能である	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な運用と維持管理を必要とする ・沈殿池からの悪臭の発生の問題がある
	スクリーニング	マイクロストレーナやドラムスクリーン等により水中の砂粒、懸濁物質等を除去する	マイクロストレーナは浮遊物質の除去率が高い	目詰まりによる性能低下がある
	スワール分水槽	重力による沈殿作用と回転による慣性力による固液分離作用を活用して汚濁物質の除去を行う	<ul style="list-style-type: none"> ・沈降性及び浮上性物質の両方を除去できる ・水量変動に応じて弾力的な対応が可能である ・消費エネルギーがなく、維持管理が容易である 	規模や集水面積等の地域特性に合った施設設計の指針が十分には確立していない

表 5-3 都市地域における非特定汚染源対策の概要(2)

具体的な対策		対策の概要	期待できる効果	留意点
都市排水路対策	浸透・浄化型水路の整備	都市排水路で、地下への浸透を促進し、自浄作用が機能しやすい排水路形態にすることで、汚濁物質の分離・除去等を行う	<ul style="list-style-type: none"> 地下水の涵養効果がある 汚濁物質の流出が抑制できる 	<ul style="list-style-type: none"> 都市地域では降雨に伴って流出する負荷が多いため、常時浄化することは困難である 降雨初期の高濃度負荷は短時間で流出するため、高い浄化効果は得られない
	都市排水路流末での植生浄化	都市排水路の流末に貯留池・沈殿池と植生浄化を組み合わせた施設等を設置し、汚濁物質の分離・除去等を行う	<ul style="list-style-type: none"> 汚濁物質の流出が抑制できる 比較的低コストで実施できる 	<ul style="list-style-type: none"> 沈殿堆積した汚濁物質の処理が必要である 比較的大きな敷地面積が必要となる

(3) 対策の選定

都市地域における対策選定のための前提条件と、対策効果を高めるための視点を表 5-4 に整理した。

1) 対策選定のための前提条件

都市地域での対策は、道路管理、排水路管理、下水道管理（雨水処理含む）等の施設、宅地、学校（校庭での貯雨等）、公園などの利用や改造等によるものが多いことから、これら施設の本来目的に支障を及ぼさないことはもちろんのこと、これら管理者の協力等が得られることが大前提となる。

2) 対策効果を高めるための視点

対策効果を高めるためには、現状で排出負荷量が大きく、対策の実施余地が多く残された地域等を対策対象として捉えることや、高い効果が得られるタイミングで対策を実施するといった視点が重要となる。

表 5-4 都市地域における対策選定にあたっての考慮事項

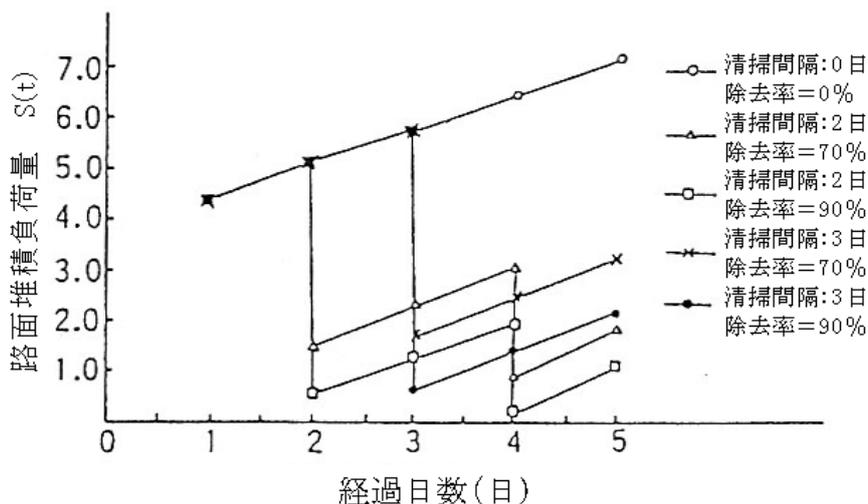
具体的な対策		対策選定のための前提条件	対策効果を高めるための視点
堆積負荷の除去	路面の清掃	・道路清掃が実施可能な道路があること	・最も効果が得られる清掃頻度にあわせた清掃が実施できること（現在の清掃頻度を変更できること）
	雨水枳・管渠等の清掃	・雨水枳・管渠等が清掃できる構造であること	・最も効果が得られる清掃頻度にあわせた清掃が実施できること（現在の清掃頻度を変更できること） ・バキューム方式等による清掃が可能であること
雨水流出量の制御	雨水の地下浸透の促進	・地形・地質、土質、地下水位の状況、法令指定地（地すべり防止区域、急傾斜地崩壊危険区域等）の指定状況等から雨水の地下浸透施設の設置不適地でないこと	・不透水性の土地利用面積の占める割合が高い地域であること ・目詰まり等への対策が定期的実施することが可能であること
	雨水貯留施設の設置・管理の適正化	・雨水貯留施設を設置することが可能な施設があること ・施設内に沈殿・堆積した物質の処理ができること	・雨水の地下浸透の機能も有する施設が設置できること
	合流式下水道における越流水量の低減	・合流式下水道の整備地域又は整備予定地域であること ・遮集管渠等の改造が可能であること	
初期流出雨水の処理	雨水処理施設の設置・管理の適正化	・下水道整備地域又は整備予定地域であること ・施設等の改造が可能であること ・除去した汚濁物質の処理ができること	
	雨水沈殿池		・降雨初期の濃度が高濃度である雨水が流入する地域であること
	スクリーニング		・汚濁負荷のうち粒子状成分の占める割合が高い雨水が流出する地域であること
	スワール分水槽		・汚濁負荷のうち浮遊物質の占める割合が高い雨水が流出する地域であること ・沈降性物質及び浮上性物質の両方の占める割合の高い雨水が流出する地域であること
都市排水路対策	浸透・浄化型水路の整備	・浄化施設が設置できる排水路形態であること ・浸透型水路が設置できる地域であること	・比較的長い区間の排水路で施設が設置できること
	都市排水路流末での植生浄化	・貯留池等が設置できる場所があること	・比較的広い面積が確保できること

(4) 主な対策と効果の事例

1) 堆積負荷の除去

堆積負荷の清掃頻度が高くなると負荷の除去率も高まるが、一方で清掃費用も大きくなることから、最も費用対効果が高くなるタイミングで清掃を実施することが重要である。

また、堆積負荷をより多く清掃できるバキューム方式等の採用も効果的である。



路面堆積負荷状況

資料：「路面堆積負荷と流出に関する研究」(和田、1981) ¹³⁾

図 5-2 清掃間隔と堆積負荷量との関係

2) 雨水流出量の制御

(a) 雨水の地下浸透の促進

雨水を地下に浸透させる施設として、雨水浸透枡、浸透トレンチ等が挙げられる。

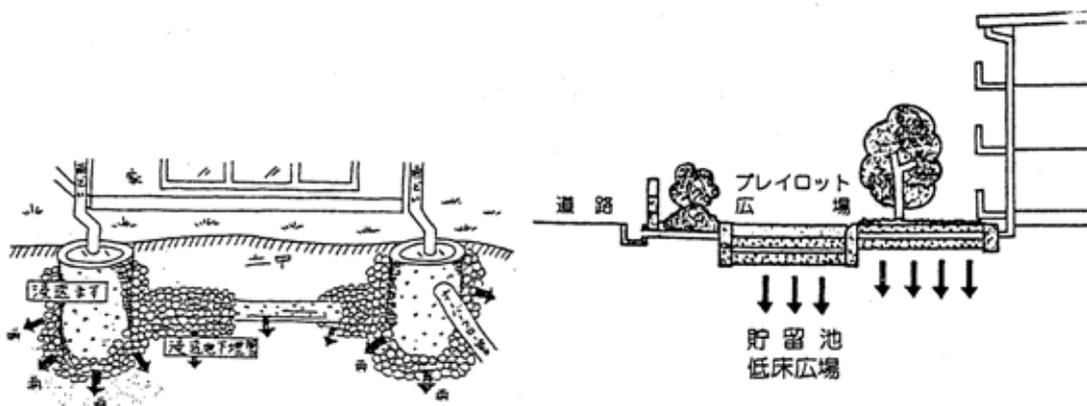
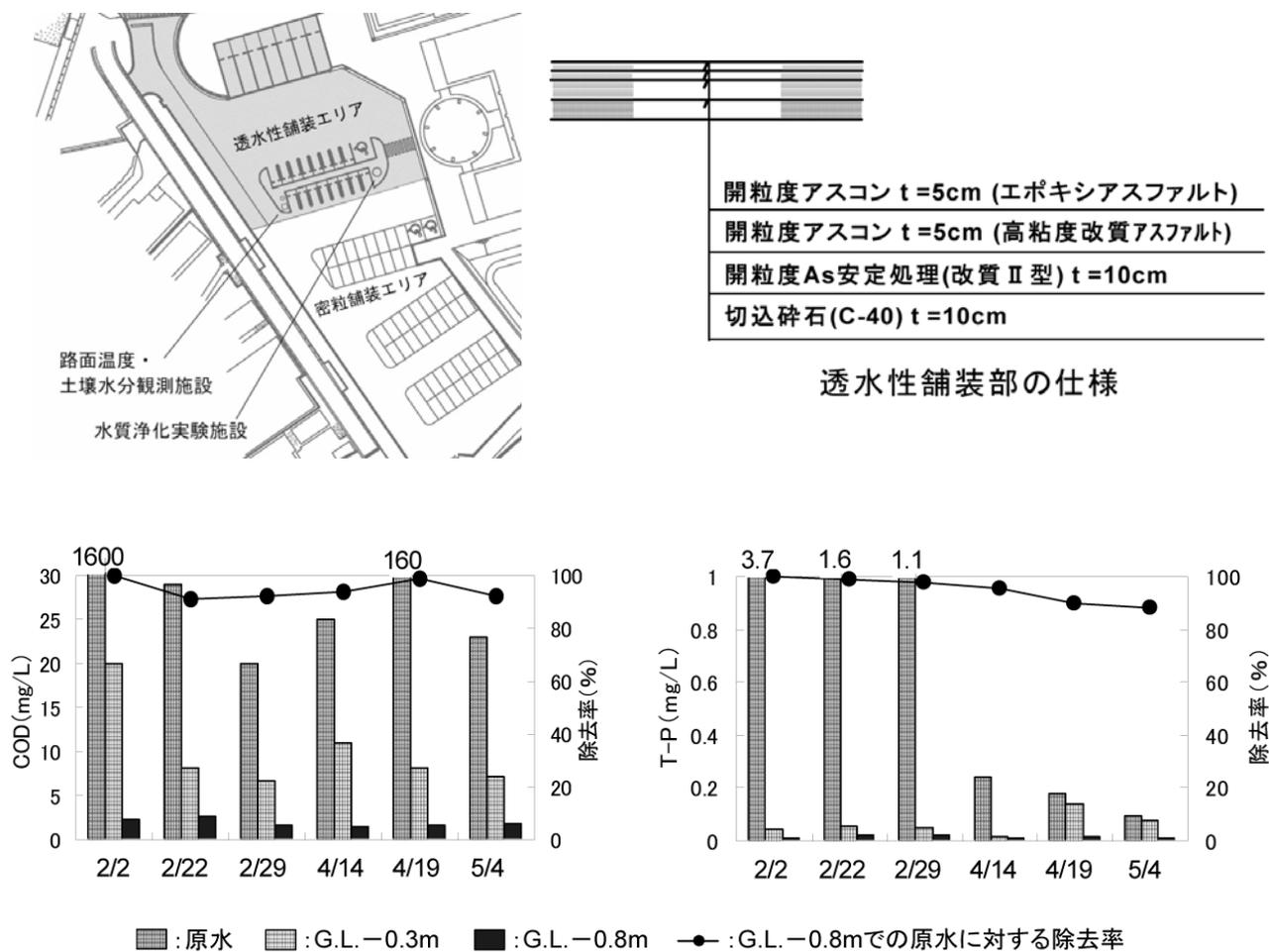


図 5-3 雨水浸透枡、浸透広場の例

また、雨水が地下浸透しやすい構造とした透水性舗装の例は以下のとおりであり、雨水原水と土壤浸透水の水質測定値の比較により、COD、TP ともに 90%以上の除去率が確認されている。



COD 濃度および T-P 濃度の水質調査結果の推移

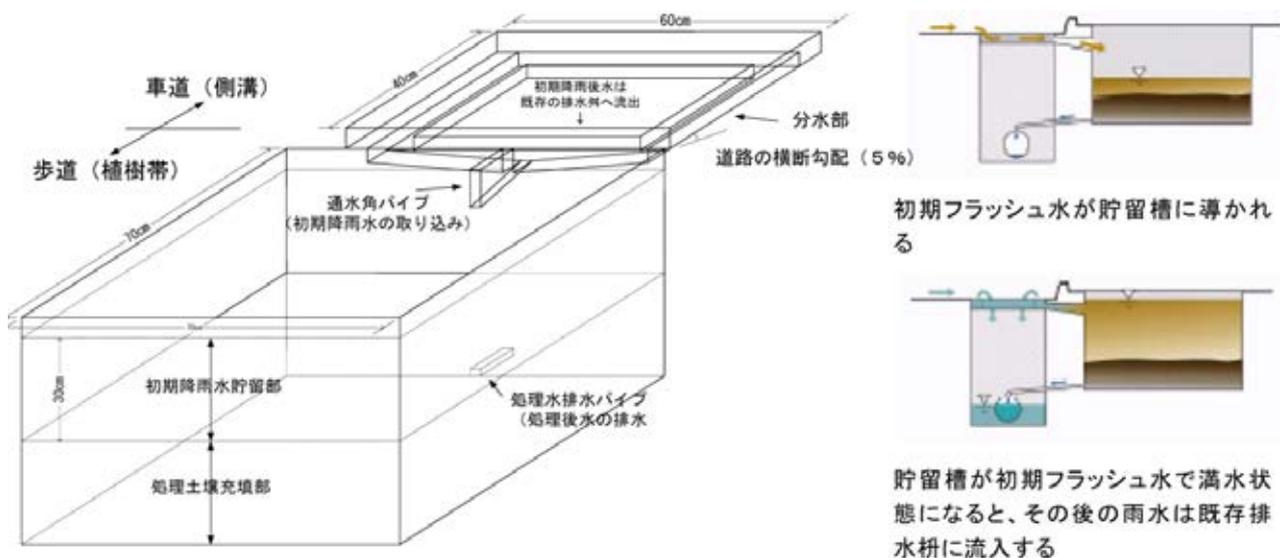
資料：「透水性舗装の水環境における効果実証実験の検討」（和田桂子・中村文彦、2004、国土交通省近畿地方整備局 平成16年度管内技術研究発表会）¹⁴⁾

図 5-4 透水性舗装の例と効果

(b) 雨水貯留施設の設置・管理の適正化

雨水排水の一時貯留を行い、ピーク流出を低下させて流出負荷を低減する施設として雨水の地下貯留施設が設置されている。地下貯留施設には道路下に建設するディープトンネルやビル・グラウンド・公園等の施設がある。

また、高濃度の初期降雨路面排水を選択的に一旦貯留し、これに土壤浸透を組み合わせた手法も実施されており、COD73.1%、TN48.5%、TP90.3%という除去率が得られている。



処理前水、処理後水の濃度及び平均除去率

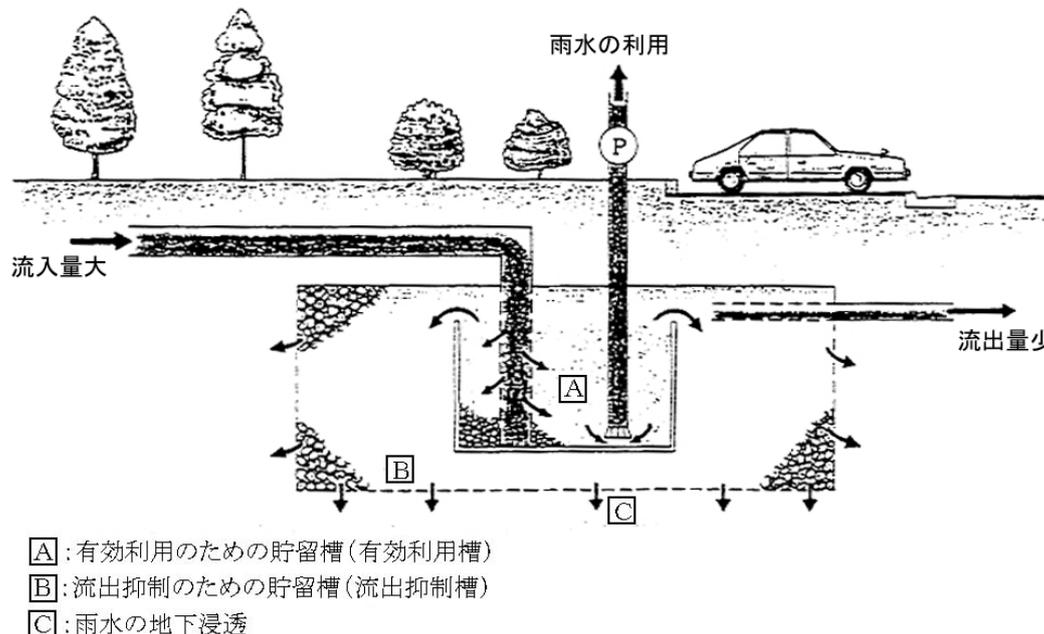
	処理前水 (mg/L)		処理後水 (mg/L)		平均除去率
	範囲	平均	範囲	平均	
COD	7.2~70.0	33.1	3.5~18.0	8.9	73.1%
TOC	3.0~58.6	24.7	2.6~17.4	8.72	64.7%
T-N	0.90~7.75	3.75	0.60~3.65	1.93	48.5%
T-P	0.055~0.433	0.196	0.007~0.072	0.019	90.3%
SS	15~190	95.3	2~5	3.0	96.9%
油分	0.5~9.6	3.03	<0.5~0.7	0.52	>82.8%

* 処理後の濃度が定量下限値以下の場合、定量下限値で算出 (<と記載)

資料：「琵琶湖集水域における路面排水対策とその効果」(木田豊・和田桂子、2006、環境技術 35(8)) 15)

図 5-5 初期雨水の貯留・土壤浸透施設の例と効果

また、雨水を貯留し負荷の流出を低減するだけでなく、貯留した水を雑用水等として利用できる施設や地下浸透も併せた施設を設置するなど、副次的な様々な効果も期待できる施設等も整備されている。



資料：「雨水貯留施設の計画と設計－住宅団地の雨水流出抑制」（熊谷ら、1986）¹⁶⁾

図 5-6 雨水貯留（碎石空隙貯留）施設の例

(c) 合流式下水道における越流水量の低減

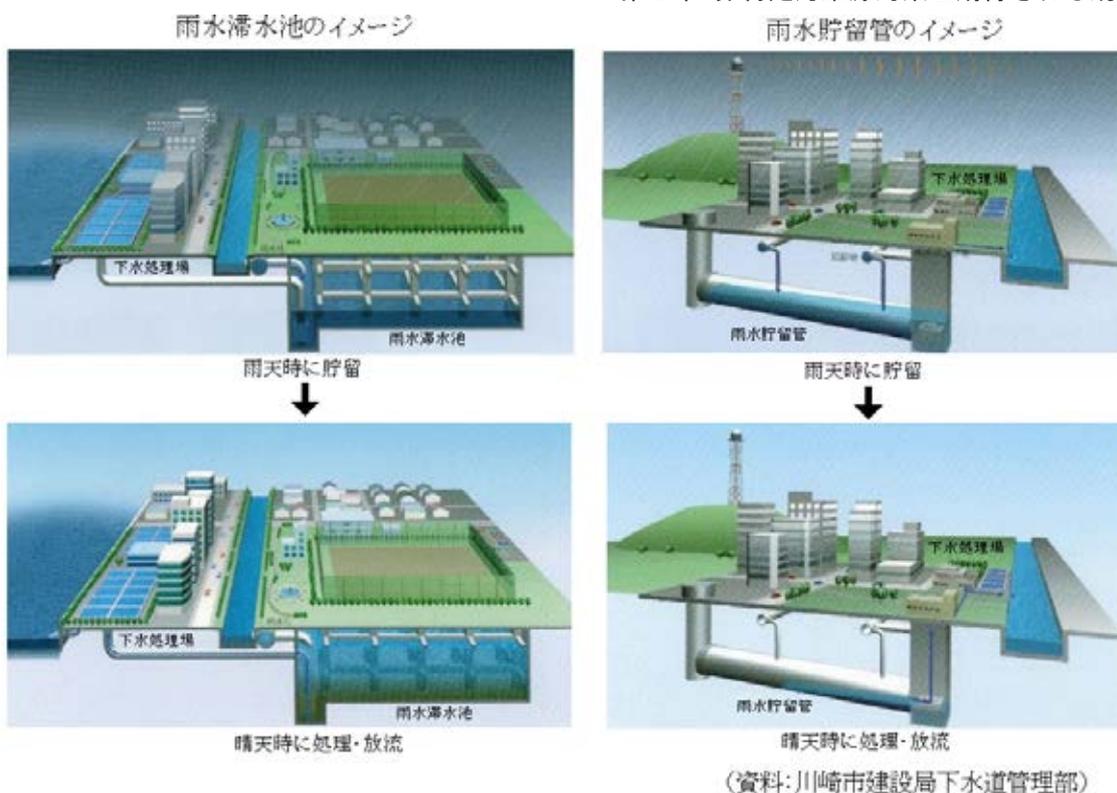
合流式下水道における越流水量を低減させる方法として、雨水滞水池や雨水貯留管を設置し、一時的に雨水排水を貯留する対策が挙げられる。

また、合流式下水道の降雨時越流水や分流式下水道の雨水放流水を対象とした負荷削減対策（CSO 対策）についての事例としては、大阪市が既存施設を利用した、雨天時下水の処理量を 3 倍に増加させる雨天時活性汚泥処理法が挙げられ、従来の処理方式に比べて BOD で 78% の負荷削減が可能のようである。

しかしながら、合流式下水道での負荷削減対策では一般に BOD 等の負荷削減を対象としているものが多く、BOD 等の削減効果等についての定量的なデータは多いが、窒素やリンの定量的なデータは少ない状況である。

なお、下水道技術については、国土交通省を主体として産官学の適切な役割分担のもと短期的に開発に取り組んだプロジェクト（SPIRIT21）が行われており、その中で合理式下水道の改善対策に関わる技術が評価されている。詳細は下記ホームページ¹⁾や(財)下水道新技術推進機構（2008.3）「市街地ノンポイント対策に関する手引き（案）」¹²⁾などを参照されたい。

*1：公益財団法人 日本下水道新技術機構ホームページ (http://www.jiwet.or.jp/spirit21/confluence/cimt_03.html)¹⁷⁾

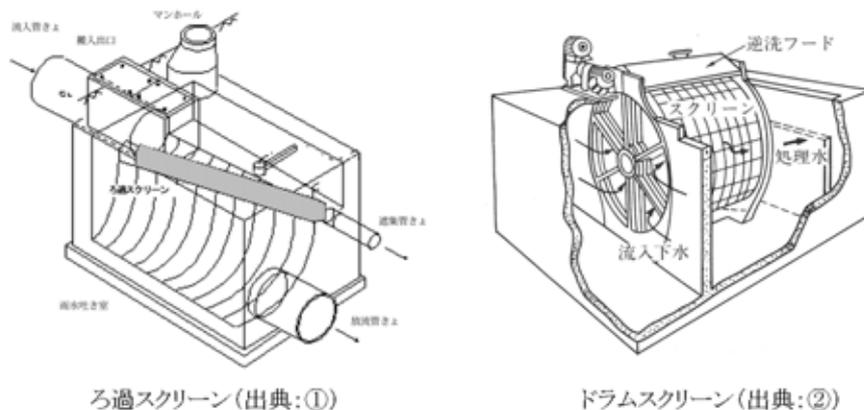


資料：「合流式下水道の改善に関する調査報告書」（国土交通省下水道部、2002）¹⁸⁾

図 5-7 雨水滞水池の例

3) 初期流出雨水の処理

合流式下水道では、ある程度の降水量であれば(設計では汚水量の2倍程度の雨水量)、雨水排水も下水処理場で処理され、結果的には非特定汚染源負荷の低減につながる。下水処理場での初期流出雨水の処理方式には、スクリーン処理、一次処理(沈砂池、沈殿処理)等がある。また、排水のエネルギーを利用して沈殿分離処理を行うスワール水槽がある。これら処理施設とその処理効果の例を表 5-5 に示す。

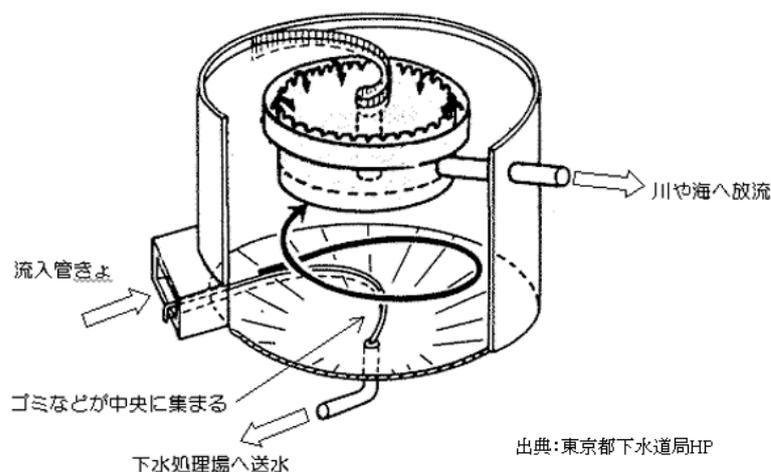


資料：①「合流式下水道改善対策検討委員会（第1回）」（国土交通省下水道部、2001）¹⁹⁾

②「合流式下水道越流水対策と指針」（社）日本下水道協会、1982）²⁰⁾

図 5-8 スクリーン処理の例

小型スワール分水槽のイメージ



資料：「スワール分水槽による合流式下水道の越流水汚濁負荷の削減」（安斎ら、1990）²¹⁾

図 5-9 スワール分水槽

表 5-5 処理施設とその処理効果の例(除去率%)

処理施設	条件	BOD	COD	SS	出典
1次処理	沈殿処理	25～35	-	30～40	建設省 ^{*1}
スワール		21.4	-	22.0	堀内(1981) ^{*2}
スクリーン	マイクロストレーナー	10～50	-	50～95	弓倉(1981) ^{*3}
	ドラムスクリーン	10～40	-	30～55	
	ロータリースクリーン	1～30	-	20～35	
	スタティックスクリーン	0～20	-	5～25	
浮上処理	無薬注	41	41	56	
	薬注	67	45	77	
急速ろ過	無薬注	32～40	42～60	51～65	
	薬注	40～67	50～65	43～94	

*1 建設省都市局下水道部監修：下水道施設設計指針と解説(1984年版) (社)日本下水道協会²²⁾

*2 堀内公雄(1981)：スワール分水槽の処理効果と雨水貯留池の計画 月刊下水道 vol. 5No. 14²³⁾

*3 弓倉純一(1981)：処理技術を中心とした越流水対策における改善策 月刊下水道 Vol. 5No. 14²⁴⁾

(5) 対策の検討及び実施に向けての関連情報

都市地域での非特定汚染源対策の検討・実施に向けては、自治体の環境センターや、道路管理者、下水道管理者等に相談すること等により、現実的かつ効果的な対策の実施が可能となる。

また、指定湖沼関係県では、都市地域での対策実績等を有していることから、これら自治体への照会により有用な情報を収集することを推奨する。

5.4.2 農業地域における対策と期待される効果

(1) 対策の背景

農業地域からの非特定汚染源負荷は、表面流出や中間流出等とともに排出される肥料の一部、これらを含んだ土粒子、作物残砕等である。今日の農作業は浅耕、多肥を基調としている耕作方式によって成り立っており、非特定汚染源負荷の排出は大きくなっている。しかし、このような農作業を早急に改善し、排出負荷量を大幅に低減させることは現実的に容易ではない。このことから、農業地域においては、実行可能な対策から取り組みを進めていくことが重要である。

(2) 対策手法

1) 対策の分類

農業地域からの非特定汚染源負荷の削減手法を分類列举すると次のとおりである。

対策の分類	具体的な方法
肥培管理と施肥技術の改善	施肥量の適正化
	施肥方法の改善
	肥料資材の改良
	野菜作における輪作の導入
水田の用排水の適正管理	田植工程の改善
	畦からの漏水防止
	反復利用や循環かんがい
	水管理の改善
	冬季湛水、不耕起移植栽培
土壌の流出防止	土壌表面の被覆
	防風対策
農業生態系の利用	休耕田の脱窒、りんの吸着機能の利用
	農業用ため池を活用した浄化
農業用排水路対策	農業用排水路の浚渫
	浄化型農業用排水路の整備

2) 対策の概要

農業地域での対策は、主に肥培管理と施肥技術の改善、水田の用排水の適正管理、土壌の流出防止、農業生態系の利用、農業用排水路対策等があり、概要を表 5-6 に示す。

(a) 肥培管理と施肥技術の改善

農地からの肥料の流出抑制対策として、多肥の畑地や樹園地における施肥量の適正化、側条施肥等の施肥方法の改善、緩効性肥料等の肥効調節型肥料への転換、畑地における栽培作物の輪作による余剰養分の有効利用等により、負荷の流出を防止する対

策である。

(b) 水田の用排水の適正管理

田植工程の改善、畦からの漏水防止、反復利用や循環かんがいの導入、水管理の改善、冬季湛水や田面を耕起せず苗を移植する栽培（不耕起移植栽培）等により、肥料等の汚濁原因物質を多く含む田面水や濁水の水域への流出を低減する対策である。

(c) 土壌の流出防止

農地からの土壌の流出・飛散を防止するための対策として、被覆資材（マルチ）や草生栽培等による降雨に伴う土壌侵食の防止、防風林・防風垣・防風ネット等を設置する対策が挙げられる。

(d) 農業生態系の利用

水田は主に脱窒機能とりんの吸着機能を、畑地は主にりんの吸着機能を有していることから、休耕田等においてこれらの機能を活用して、水田・畑地排水の浄化を行う対策である。

また、農業用ため池等においては、水田・畑地排水の水生植物による浄化及び土壌の沈降・除去効果も期待できる。

(e) 農業用排水路対策

水田や畑地等から負荷が流れ出る農業用排水路において、堆積した底泥の浚渫、自浄作用を利用した負荷の除去・浄化等により、水域への負荷の流出を抑制する対策である。

なお、これらの対策を組み合わせたもの、例えば、

- ・側条施肥時に肥効調節型肥料を使用する
- ・浅水代かき＋肥効調節型肥料を用いた側条施肥＋畦塗り＋用水の管理
- ・局所施肥機により肥効調節型肥料を施用する

等の対策が実施されており、相乗的な効果が期待できる。

表 5-6 農業地域における非特定汚染源対策の概要(1)

具体的な対策	対策の概要	期待できる効果	留意点	
肥培管理と施肥技術の改善	施肥量の適正化	従来の勘や経験による施肥量を都道府県が推奨している施肥基準、土壌診断・作物栄養診断等に基づく施肥量に適正化する。また、畜産廃棄物の堆肥化による過剰施肥等を抑制する	<ul style="list-style-type: none"> 農地からの汚濁原因物質の流出量の削減ができる 肥料の節減ができる 	<ul style="list-style-type: none"> 土壌及び作物の養分状態を診断する必要がある 農業者と農協・農業普及機関等の指導機関との緊密な連携が必要となる
	施肥方法の改善	従来の表層・全層施肥を改め、側条施肥等の局所施肥、苗床集中施肥や地中灌注施肥等の作物の養分吸収率を向上させる施肥方法を採用する	<ul style="list-style-type: none"> 農地からの汚濁原因物質の流出量の削減ができる 肥料の節減ができる 	側条施肥機等の専用の施肥機が必要となる
	肥料資材の改良	被覆肥料や緩効性肥料等の肥効調節型肥料を使用する	施肥後初期における田面水や畑土壌水中の肥料成分濃度を低下させ肥料成分の流出を低減できる	<ul style="list-style-type: none"> 生育初期の作物に養分不足を生じさせる可能性があるため、速効性肥料との併用等の工夫が必要となる 肥料代が増加する 被覆肥料については生分解性被覆素材の開発・使用が必要となる
	野菜作における輪作の導入	野菜の連作を避け、施肥量の少ない普通作物や豆類等を野菜作の後作に導入する	野菜作後に土壌に残存する肥料成分を後作として導入した普通作物等により吸収させることで養分の流出を防止できる	<ul style="list-style-type: none"> 残存肥料成分量の把握が必要である 転作による農業者の所得損失等が生じる可能性がある
水田の用排水の適正管理	田植工程の改善	入水・施肥→代かき→排水→移植の順で行われている田植工程において施肥と移植の同時実施や浅水代かき、表層代かき等の工程の改善を行うとともに、田植前や中干し時の強制落水を防止する	代かき時に発生する濁水や、代かき後・田植前・中干し時の強制落水に伴う排水に含まれる肥料成分や土壌粒子の流出を低減できる	施肥と田植を同時に行える施肥田植機、表層代かき機の導入が必要となる
	畦からの漏水防止	畦塗り機、畦シートを活用し、田面水の漏水を防止する	田面水の漏水に伴う負荷流出を低減できる	<ul style="list-style-type: none"> 畦塗り機の導入が必要となる 廃棄畦シートの回収と処分方法の確立が必要となる
	反復利用や循環かんがい	一群の水田において、排水の反復利用や循環かんがいを行う	水田排水が水域に排出されないため、公共用水域への負荷が削減できる	循環用施設（パイプライン、揚水機場、用水・排水用貯水池）が必要となる場合がある
	水管理の改善	自動給水栓や水道メーターの活用により用水量を節減する	水田に供給される用水量の節減により排水に伴う肥料成分や土壌粒子の削減が期待できる	自動給水栓や水道メーターの設置が必要となる
	冬季湛水、不耕起移植栽培	水田で冬季に湛水する。水田において稲刈り後の田面の耕起を行わず、前年の稲の切り株が残る地面に溝を切りながら苗を移植する	<ul style="list-style-type: none"> 作土の改善による施肥量の低減、生態系による水質浄化作用の強化が期待できる 耕起に伴う負荷の流出が抑制できる 通水性、通気性、保水性に富んだ土壌ができる 	<ul style="list-style-type: none"> 冬季の水管理が必要となる 不耕起移植機、雑草制御対策、肥効率向上対策、漏水防止対策等が必要となる

表 5-6 農業地域における非特定汚染源対策の概要(2)

具体的な対策		対策の概要	期待できる効果	留意点
土壌の流出防止	土壌表面の被覆	被覆資材（マルチ）の使用、草生栽培等により土壌侵食を防止する	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨による土壌粒子の流出に伴う窒素・リンの負荷を低減できる ・被覆資材（マルチ）の使用により、降雨に伴う窒素の地下浸透を抑制できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・難分解性被覆資材の回収と処分が必要となる ・被覆資材除去後の裸地状態を避ける栽培上の工夫が必要となる ・被覆植物の検索と導入・管理技術の確立が必要となる ・生分解性被覆資材の開発と普及が必要となる
	防風対策	防風林や農地の境界に設置されている防風垣を維持するとともに、未設置の畑地については防風ネットを設置する	<ul style="list-style-type: none"> ・風食による土壌粒子の飛散を防止できる ・作物の風害を防止できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・防風林・防風垣の維持管理が必要となる ・飛散し堆積した土壌の処分（畑へ戻す）に労力を要する
農業生態系の利用	休耕田の脱窒、リンの吸着機能の利用	水田・畑・休耕田・耕作放棄水田が持つ脱窒やリンの吸着機能を利用し、水田・畑排水の窒素・リンの除去を行う	<ul style="list-style-type: none"> ・水田・畑排水に含まれる窒素・リンの除去ができる ・排水中の土壌粒子の沈降・除去ができる 	<ul style="list-style-type: none"> ・畑を利用する場合は、干ばつ時に限定される ・畑かんがい施設の整備が必要である
	農業用ため池を活用した浄化	農業用のため池を農業排水の処理池（沈殿池）として活用する	<ul style="list-style-type: none"> ・水生植物による窒素・リンの除去効果が期待できる ・土壌粒子の沈降・除去ができる 	定期的な底泥の浚渫と水生植物の除去が必要である
農業用排水路対策	農業用排水路の浚渫	非かんがい期に農業用排水路を浚渫し、底泥の汚濁原因物質を除去する	汚濁原因物質の流出が抑制できる	<ul style="list-style-type: none"> ・定期的な実施が必要となる ・労力を要する
	浄化型農業用排水路の整備	農業用排水路等において、自浄作用が機能しやすい排水路形態にすることで、汚濁原因物質の分離・除去等を行う	汚濁原因物質の流出が抑制できる	堆積した底泥等の除去が必要となる

(3) 対策の選定

農業地域における対策選定のための前提条件と、対策効果を高めるための視点を表 5-7 に整理した。

1) 対策選定のための前提条件

農業地域における対策は、個別の対策の検討に際して、現時点で未実施である対策等を選定することが基本であり、また、物理的かつ制度的に導入が可能な対策を選定することが前提となる。

さらには、大前提として、農業地域での対策実施者（農業者等）の協力等が得られることが必須であり、収量との関係や対策費用等について十分な協議を行い、理解・合意が得られるよう努める必要がある。

2) 対策効果を高めるための視点

都市地域と同様に、大きな負荷量の排出源となっているものを対策対象として捉えることや、最も効果が得られるタイミングや場所等で対策を実施するといった視点が重要となる。

表 5-7 農業地域における対策選定にあたっての考慮事項

具体的な対策		対策選定のための前提条件	対策効果を高めるための視点
肥 培 管 理 と 施 肥 技 術 の 改 善	施 肥 量 の 適 正 化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施肥を実施している農地があり、都道府県が推奨している施肥基準、土壌診断・作物栄養診断等から判断した施肥量よりも多くの施肥を行っている地域であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一つの作物が集中して栽培されている地域であること ・ 窒素負荷の流出が大きな問題となっている地域であること ・ 農地排水が地下浸透しやすい土壤であること、水路等へ直接排水されていること
	施 肥 方 法 の 改 善	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、表層・全層施肥を実施している農地であること ・ 側条施肥田植機等の導入ができる地域であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一つの作物が集中して栽培されている地域であること ・ 農地排水が水路等へ直接排水されていること
	肥 料 資 材 の 改 良	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、速効性肥料を使用している農地であること ・ 側条施肥田植機等の導入ができる地域であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一つの作物が集中して栽培されている地域であること ・ 窒素負荷の流出が大きな問題となっている地域であること ・ 農地排水が地下浸透しやすい土壤であること、水路等へ直接排水されていること
	野 菜 作 に お け る 輪 作 の 導 入	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、野菜を連作している畑であること ・ 転作農業者に対して、技術的経済的な側面を考慮した協力確保の方策が図れること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一つの作物が集中して栽培されている地域であること ・ 窒素負荷の流出が大きな問題となっている地域であること ・ 農地排水が地下浸透しやすい土壤であること
水 田 の 用 排 水 適 正 管 理	田 植 工 程 の 改 善	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、入水・施肥→代かき→排水→移植の順で田植工程が実施されていること ・ 施肥田植機の導入が可能であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水が水路等へ直接排水されていること
	畦 からの 漏 水 防 止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 畦シートを設置しておらず、田面水の漏水が問題となっている水田であること 	
	反 復 利 用 や 循 環 かん がい	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、反復利用や循環かんがいを行っていない水田地帯であること ・ 循環用施設の設置が可能であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一群の水田において自然流下によってかんがいが行えること
	水 管 理 の 改 善	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動給水栓や水道メーターの取り付けが可能な地域であること 	
	冬 季 湛 水、不 耕 起 移 植 栽 培	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不耕起移植機等の導入ができる地域であること ・ 田面水が地下浸透しにくい土壤であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水が水路等へ直接排水されていること
土 壌 の 流 出 防 止	土 壌 表 面 の 被 覆	<ul style="list-style-type: none"> ・ 降雨により侵食を受けやすい土壤であること ・ 被覆資材を使用できる作物であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施肥量の多い畑地であること
	防 風 対 策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風食により飛散しやすい土壤であること ・ 現在、防風対策が実施されていないこと 	
農 業 生 態 系 の 利 用	休 耕 田 の 脱 窒、りんの吸 着 機 能 の 利 用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水田・畑・休耕田・耕作放棄水田等の活用ができる地域であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農地排水の汚濁原因物質濃度が高い（特に窒素やりん）こと ・ 農地排水に土壤粒子が多く含まれること
	農 業 用 た め 池 を 活 用 し た 浄 化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業用ため池が処理池（沈殿池）として活用できること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農地排水の汚濁原因物質濃度が高い（特に窒素やりん）こと ・ 農地排水に土壤が多く含まれること
農 業 用 排 水 路 対 策	農 業 用 排 水 路 の 浚 渫		<ul style="list-style-type: none"> ・ 多くの排水が流入する農業用排水路があること
	浄 化 型 農 業 用 排 水 路 の 整 備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄化施設等の設置が可能な排水路形態であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農地排水の汚濁原因物質濃度が高いこと

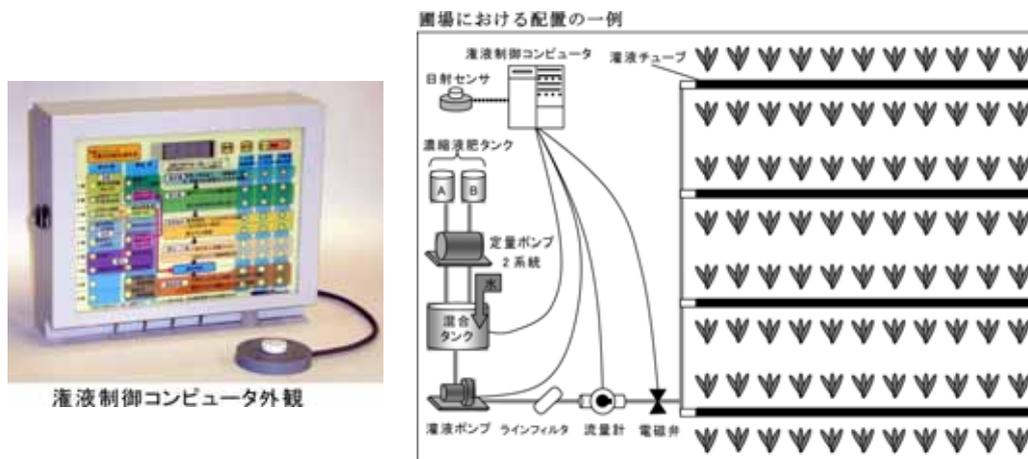
(4) 主な対策と効果の事例

1) 肥培管理と施肥技術の改善

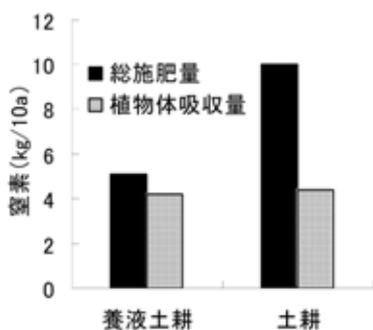
(a) 施肥量の適正化

農作物の品質と適正施肥量の関係は研究が十分ではないが、ネギ、イチゴ等の耐塩性の作物に対しては施肥効果を保証するために過剰施肥を行う傾向があるため、適正化することによって施肥量の節減が可能である。

また、最近ではコンピュータ制御の養液栽培の研究が進んでおり、過剰な施肥に陥ることがないため、慣行栽培に比べ窒素分で約50%の負荷削減が可能との報告がある。

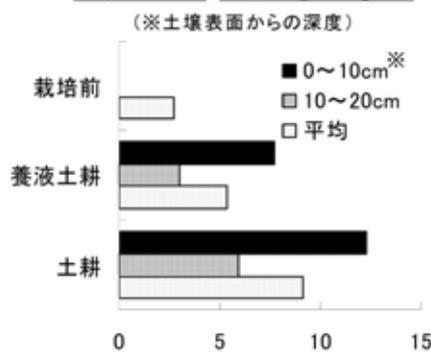


窒素施肥量と植物体吸収量の関係



利用効率(窒素)
 養液土耕栽培・・・約80%
 慣行土耕栽培・・・30~40%

土壌残存NO₃-N量(mg/100gDW)



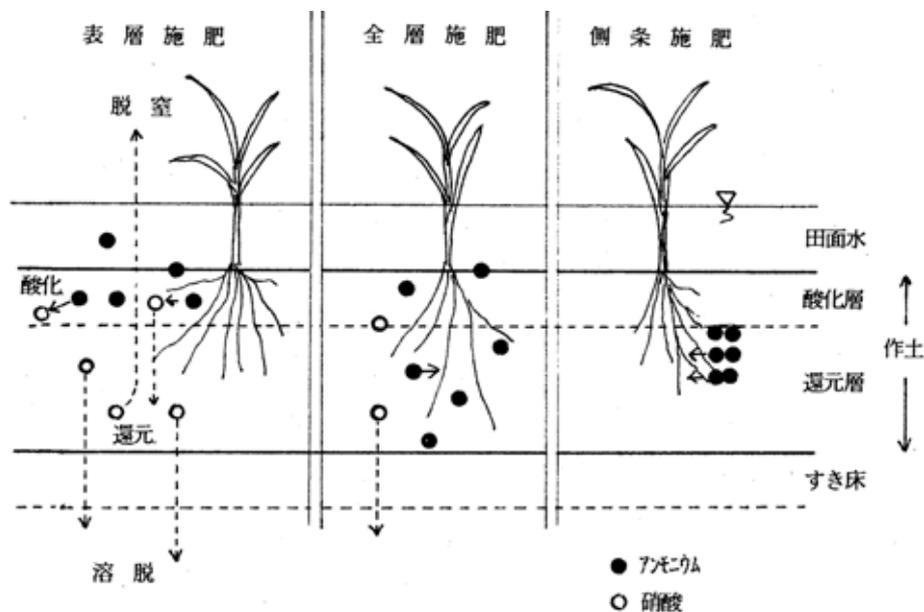
土壌残存NO₃-N量
 養液土耕栽培・・・5.4mg/100gDW
 慣行土耕栽培・・・9.1mg/100gDW

資料:「日射比例型給液管理法を用いた養液土耕栽培によるハウレンソウの硝酸イオン低減化栽培マニュアル」(千葉大学園芸学部蔬菜園芸学研究室、2006)²⁵⁾

図 5-10 養液土耕栽培 (コンピュータ制御による液肥の点滴)

(b) 施肥方法の改善

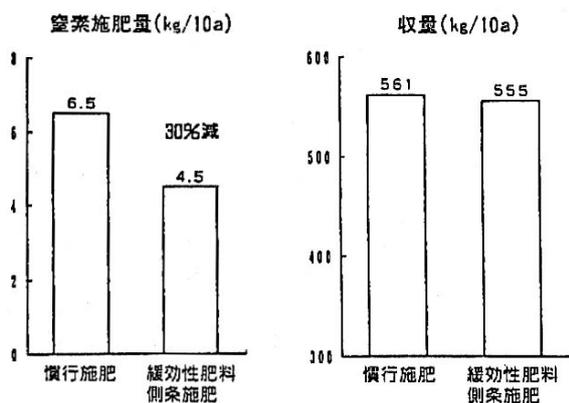
水田では従来、表層施肥、全層施肥が行われているが、苗根の側方に集中的に施用する側条施肥を実施することにより、肥料成分の利用効率を高め、結果的には負荷流出の低減につながる。



資料：「非特定汚染源による汚染防止対策調査検討会報告書」（環境庁、1987）²⁶⁾

図 5-11 施肥方法の種類と概念

側条施肥の実施による水田からの窒素流出削減効果を調査した事例によると、移植時落水中の硝酸性窒素では約 70%の削減効果が得られており（図 5-12）、全期間中では窒素で約 50%の削減効果が得られている。



① 窒素施肥量と収量の比較

② 移植時落水中の硝酸性窒素・塩基濃度 (2002)

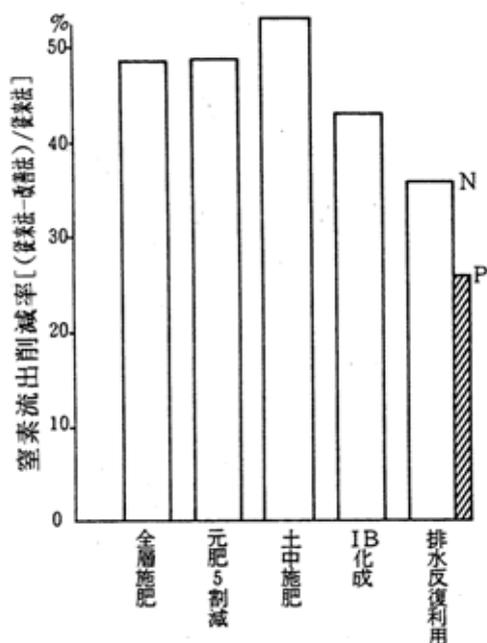
mgL ⁻¹	硝酸性窒素	塩基		
		石灰	苦土	加里
全層施肥(A)	1.07	8.0	5.2	2.3
側条施肥(B)	0.35	5.4	3.5	1.3
(B)/(A)	0.33	0.67	0.68	0.58

注) 全層施肥…窒素3.2kg(塩加磷安)+2kg(硫安)
 側条施肥…窒素4.2kg(LP100を1.6kg含む)
 調査日 …5/16(代かき後6日目)調査

資料：「側条施肥による水田からの窒素流出削減効果」（半澤ら、2002）²⁷⁾

図 5-12 施肥技術の改善

また、水田における施肥、水管理による窒素・リンの流出削減効果について試算した事例を図 5-13 に示す。従来の施肥法での流出負荷量を 100 として窒素削減率を比較すると、全層施肥、元肥減量、土中施肥、IB 化成肥料(硝化抑制肥料)の利用、排水の反復利用(循環かんがい)とも 40~50%の削減が可能であった。リンの流出削減効果は排水の反復利用によって 25%の削減が認められたが、その他の施肥方法によるリンの流出削減は認められなかった。



資料:「淀川水系における農業排水の水質改善に関する研究」(滋賀県農業試験場他、1985) 28)

図 5-13 水田の施肥法等の改善による窒素の流出削減効果(稲作期間)

(c) 肥料資材の改良

畑地における緩効性肥料の使用による負荷削減効果の事例を表 5-8 に示す。

従来の化成肥料に比べ、被覆尿素処理した肥料では窒素の溶脱量が少なくなっている。

表 5-8 緩効性肥料による窒素排出の低減(秋作キャベツ)

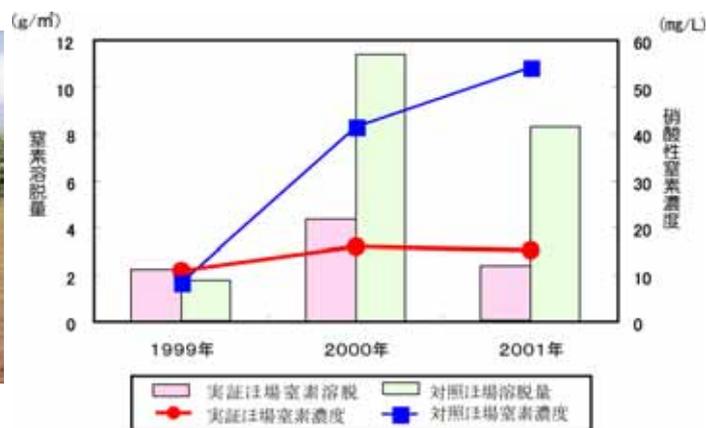
土 壤	処 理	収 量 (ト/10a)	吸収量 (kg/10a)	溶脱量 (kg/10a)	浸透量 (mm)
黒ボク土	化 成 肥 料	3.4	18.5	12.5	339
	硝化抑制肥料	4.3	19.3	11.1	374
	被 覆 尿 素	4.9	20.6	6.7	416
黄色土	化 成 肥 料	3.2	17.7	11.5	405
	硝化抑制肥料	3.5	19.6	4.9	371
	被 覆 尿 素	5.1	21.5	2.1	376

(野菜・茶試・土肥研・1986)

(d) 野菜作における輪作の導入

ニンジン作などの残存窒素の多い栽培跡地に、ソルガム（コウリヤン）などのクリーニングクロップを無肥料で栽培して鋤きこみ、窒素の溶脱を防止する手法である。

窒素溶脱量低減効果の最も大きいニンジン-ソルガム体系では、窒素溶脱量は施肥量の削減を開始してから1年目で23%、2年目で60%、3年目には70%程度低減する。



地下浸透流出水中の硝酸性窒素の年間平均濃度および浸透流出量

資料：「農耕地からの窒素等の流出を低減する」（財）日本農業研究所、2002）²⁹⁾

図 5-14 クリーニングクロップの導入

2) 水田の用排水の適正管理

(a) 田植工程の改善、不耕起移植栽培

水田ハローを用いた浅水代かきにより、TN で約 40%の負荷削減効果が得られている。



資料：「農業排水対策営農技術集」（滋賀県農政水産部、2003）³⁰

図 5-15 水田ハローを用いた浅水代かき

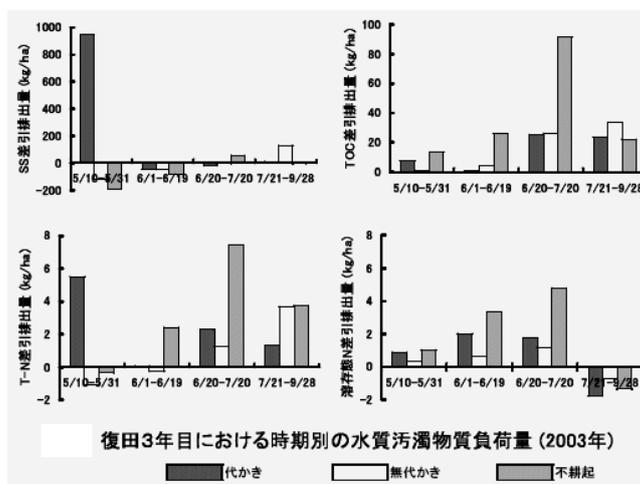
また、代かきをする栽培方法に比べ、代かきをしない栽培方法では TN の流出がほぼ 100%削減できることが確認されている。さらに、不耕起栽培方法では代かき栽培に比べ、TN の流出が約 70%削減できることが確認されている。



復田後3年間の水稻栽培期間における水質汚濁物質差引排出量

試験区	取水量	SS	TOC	T-N
代かき	33.2	962	150	18.2
無代かき	41.0	-1161	81	-3.5
不耕起	81.9	-1834	187	6.2

取水量の単位は 10^6 L/ha、その他の単位はkg/ha。負の数字は浄化、正の数字は負荷を表す。不耕起区の復田初年目は無代かき栽培とした。



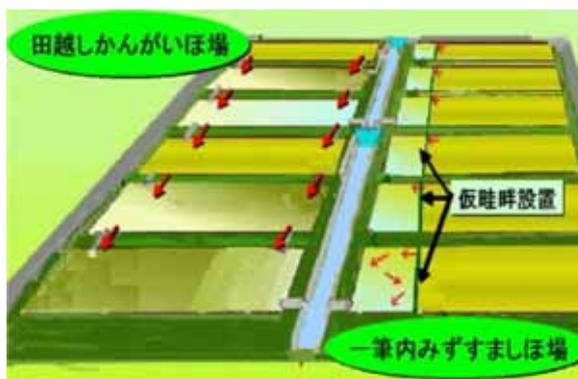
資料：「農業排水対策営農技術集」（滋賀県農政水産部、2003）³⁰

図 5-16 TN の流出削減の例

(b) 反復利用や循環かんがい

一群の水田において自然流下等を活用したかんがい水の反復利用(田越しかんがい)や循環かんがい等を実施することにより、水田からの負荷の系外流出に効果がある。特に水田排水が直接排水路に排水されているような地域では効果が高い。

循環かんがいの実施により、循環率の高い地域ではCODで約50%削減、TNで約40%削減、TPで約30%削減というデータが得られている。



循環かんがいの水質と負荷削減率				
項目	調査地域	COD	T-N	T-P
水質(mg/L)	滋賀県福堂	—	1~3	0.1~0.2
	滋賀県中主	4~9	1~2.5	0.1~0.3
	茨城県馬掛	—	0.4~1	0.04~0.1
負荷削減率(%)	滋賀県福堂	3	3~9(5)	7~9(8)
	滋賀県中主	40~59(51)	23~44(36)	8~33(26)
	茨城県馬掛	—	29	37

注)カッコ内は平均値

資料：「農業排水対策営農技術集」(滋賀県農政水産部、2003)³⁰⁾

図 5-17 循環かんがいの例

3) 土壌の流出防止

施肥量の多い畑地では、土壌に肥料成分が多く含まれる場合が多いことから、土壌の流出防止対策の実施による効果が期待できる。

4) 農業生態系の利用

水田での主な浄化機能は脱窒である。土壌中にはカビ、細菌、その他の動植物が共生しており、好気条件では硝化菌によって肥料として与えられたアンモニアが硝酸に変えられ、溶脱しやすくなる。嫌気条件の作土下部に降下すると脱窒菌によって硝酸は窒素ガスまで還元され脱窒浄化される。

畑地では主として脱りん効果が期待できる。我が国に広く分布する黒ボク土壌は、りん酸イオンを吸着する力が強い。この効果は、りん酸肥料の効果を妨害することになるので古くから研究されてきた。流出負荷の抑制のためには、この能力を逆に活用することができる。

樹園地では下草を適正に育成することにより余分な肥料成分を吸収し、土壌の浸食・流出の低減を図ることができる。

また、水生植物は、窒素・りん等の栄養塩を摂取するばかりでなく、流入水中の懸濁物等のトラップ効果やその群落生態系での有機物の分解浄化等の効果も期待できる。農業地域のため池の植生を豊かにすることにより集水域からの排出負荷を削減することができる。また、湖沼等へ流出する河川河口部に環境調整池(植生豊かな水域を設けて負荷をトラップした後に湖沼等に流出させるように設計された池)を設置することにより流出負荷量の削減を図ることができる。

その他、手賀沼(千葉県)や霞ヶ浦(土浦市)等では、負荷削減対策としてホテイアオイ等の植生浄化に取り組んでいた事例もある。

ただし、増殖した生物群が流出して環境破壊(景観など)を起したり、船遊びでの親水機能の喪失を起したり、さらに冬期に湖沼等に枯死したものがたまと春～夏にかけて水質悪化の原因物質となるおそれがある。それゆえ、これら増殖した生物群を繁茂期に除去しなければならない。

5) 農業用排水路対策

非特定汚染源負荷が大量に流入する農業用排水路が存在する場合には、浚渫の実施や浄化型排水路の導入により、まとまった処理が可能となり効果が高くなることが期待される。

(5) 対策の検討及び実施に向けての関連情報

農業地域での非特定汚染源対策の検討・実施に向けては、農政部局、農業試験場、農協、環境保全型農業に取り組んでいる団体等に相談することにより、現実的かつ効果的な対策の実施が可能となる。

また、指定湖沼関係県では、農業地域での対策実績等を有していることから、これら自治体への照会により有用な情報を収集することを推奨する。

5.4.3 森林地域における対策と期待される効果

(1) 対策の背景

森林地域が荒廃すると土壌の侵食や崩壊が進み、排出負荷が増大することから、森林地域における対策は、土壌の侵食や崩壊の防止により負荷流出の低減を図ることが主な目的となる。

侵食や崩壊等に伴って植生が失われ、森林地域のもつ浄化能力が減少し両者の相乗的な影響により流出負荷量が増大する。また、植林の樹種によっても流出量が影響されるといわれているため、その地域固有の樹種を尊重する等の様々な角度からの検討が必要である。

(2) 対策手法

1) 対策の分類

森林地域からの非特定汚染源負荷の削減手法を分類列举すると次のとおりである。

対策の分類	具体的な方法
森林の適正管理	適切な伐採管理の実施
	植林
	森林管理
	負荷削減に寄与する植生の選択
水土保持対策	水土保持施設の設置

2) 対策の概要

森林地域では流出防止が主な対策であり、森林の適正管理、水土保持対策が挙げられ、その概要は表 5-9 に示すとおりである。

(a) 森林の適正管理

森林は、自然状態では汚濁源とはならず、そこから流れ出る水質は清澄な場合も多いことから、人為的に森林が改変され、汚濁源とならないように森林を適正に管理することが重要である。

森林の適正管理対策としては、大規模伐採や尾根周辺・急斜面地等の伐採を避けるとともに、汚濁物質が流出しにくいような伐採方式を採用する等の対策が挙げられる。また、伐採や山火事等により出現した裸地への植林、間伐等の森林管理の実施、汚濁物質が流出しにくい河畔林・混交林整備等の対策が挙げられる。

また、ゴルフ場やスキー場は、森林に対して数倍～数十倍程度の負荷を有していることから、森林等を無秩序に開発することを抑制することも重要な対策となる。

(b) 水土保全対策

森林への降雨を地下に浸透させることは、地下水や水源の涵養という点から重要な対策であるとともに、汚濁物質の流出を防止・抑制する上でも非常に大切な役割を果たしており、これらに資する施設を設置する対策である。

表 5-9 森林地域における非特定汚染源負荷対策の概要

具体的な対策	対策の概要	期待できる効果	留意点	
森林の適正管理	適切な伐採管理の実施	大規模な伐採や尾根周辺・急斜面地の伐採はできるだけ避けるとともに、伐採を行う場合には択伐式等を採用する	降雨時における汚濁物質の流出が抑制できる	<ul style="list-style-type: none"> 森林等の管理者との協議・調整を必要とする 効率主義を基本とした現在の営林事業とは相反する考え方である
	植林	伐採や山火事等により裸地が出現した場合には植林等を行う	降雨時における汚濁物質の流出が抑制できる	<ul style="list-style-type: none"> 森林等の管理者との協議・調整を必要とする 地域固有の寿種を尊重する等の検討が必要である
	森林管理	間伐等の森林管理により、土砂、落枝や落葉等の流出を防ぐ	<ul style="list-style-type: none"> 落枝や落葉等に含まれる汚濁物質の流出が抑制できる 汚濁物質の流出防止に限らず、森林育成上も利点がある 	林業の担い手が減少し、森林管理が困難となっている
	負荷削減に寄与する植生の選択	汚濁物質が流出しにくい河畔林整備や混交林整備等を実施する	降雨時における汚濁物質の流出が抑制できる	<ul style="list-style-type: none"> 森林等の管理者との協議・調整を必要とする 効率主義を基本とした現在の営林事業とは相反する考え方である
水土保全対策	水土保全施設の設置	森林地域への埋設土留工、掘割工・浸透ダム工、浸透促進工付きの治山ダムの施設を設置し、雨水の地下浸透を図る	<ul style="list-style-type: none"> 降雨時において汚濁物質の流出が抑制できる 地下水が涵養できる 下流への清澄な河川水（湧水）の安定供給を図ることができる 	施設の建設者・管理者との協議・調整を必要とする

(3) 対策の選定

森林地域における対策選定のための前提条件と、対策効果を高めるための視点を表5-10に整理した。

1) 対策選定の前提条件

森林地域における対策は、個別の対策の検討に際して、現時点で未実施である対策等を選定することが基本であり、また、施設の建設等の可否の物理的な制約、地域指定等の制度的な制約等を十分に踏まえておくことが前提となる。

さらには、大前提として、森林地域での対策実施者（林業者等）の協力等が得られることが必須であり、費用対効果等について十分な協議を行い、理解・合意が得られるよう努める必要がある。

2) 対策効果を高めるための視点

大きな負荷量の排出源となりうる場所・対象等を対策対象として捉える視点が重要である。

表 5-10 森林地域における対策選定にあたっての考慮事項

具体的な対策		対策選定のための前提条件	対策効果を高めるための視点
森林の適正管理	適切な伐採管理の実施	大規模な伐採や尾根周辺・急斜面地で伐採を行う場合であること	降雨や風による侵食等を受けやすい土壌であること
	植林	裸地が出現した場合であること	降雨や風による侵食等を受けやすい土壌であること
	森林管理	現在、森林管理を行っていない森林であること	落枝や落葉が多い森林であること
	負荷削減に寄与する植生の選択	植林または伐採を行う計画があること	
水土保全対策	水土保全施設の設置	水土保全施設を建設する場合であること	

(4) 主な対策と効果の事例

1) 森林の適正管理

(a) 適切な伐採管理の実施

森林の伐採や山火事等によって裸地化した場合、そこから流出する負荷量は増加する。森林地域での対策は裸地化を防止すること、すなわち、大規模な伐採をしないこと、侵食の危険の大きい尾根周辺や急斜面には林分を残し、崩壊を防ぐことが重要である。

(b) 森林管理

森林においては下草の植生管理を行い土壌の安定性を維持することが重要である。広葉樹林は下草の発達がよく浄化機能も大きいと言われており、このような樹林を保護することも対策の一環となる。林床に植生が発達しにくいヒノキ等の造林に当たっては、その下流部に流出をトラップできる別の植生帯を設ける等の生態系管理も重要な対策である。

間伐等の森林管理を適切に実施している森林と、間伐遅れの森林から流出する負荷量の比較を実施した結果、適切な森林管理を実施することにより COD で約 50%TN で約 60%、TP で約 20%の削減効果が得られている。



第1流域の中央部付近(1999年8月5日撮影)

<維持管理が実施されていない森林>



第2流域のヒノキ人工林(1999年8月10日撮影)

<維持管理が実施されている森林>

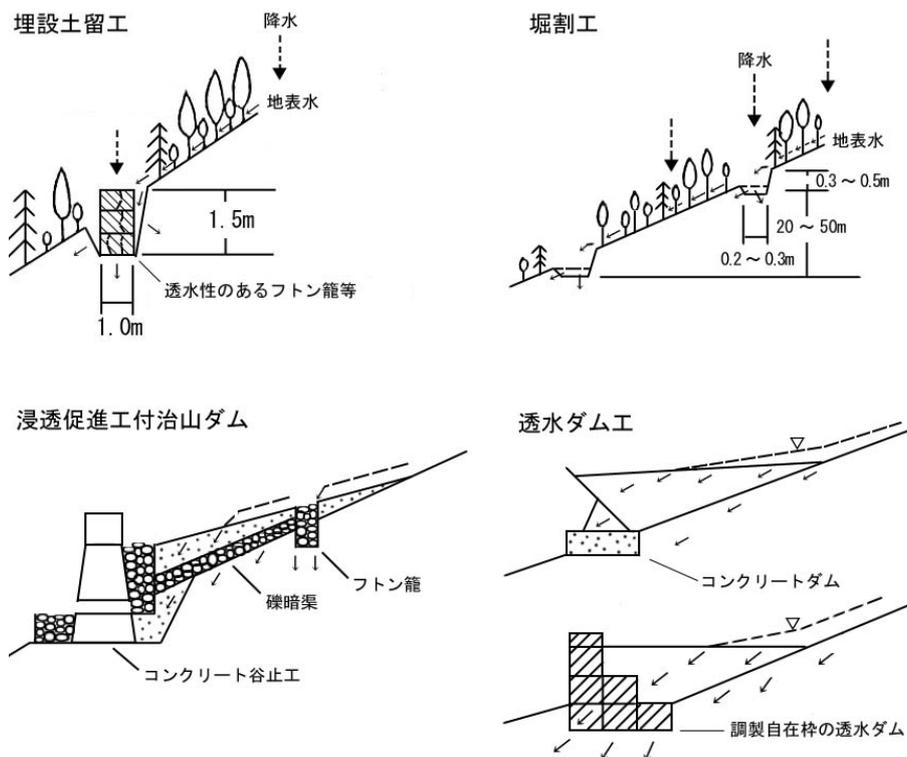
資料：「平成 11 年度湖沼非特定汚染源対策強化実証調査報告書」(島根県、2000) ³¹⁾

図 5-18 維持管理の相違する森林

2) 水土保持対策

水土保持施設の例を図 5-19 に示した。

埋設土留工、掘割工・浸透ダム工、浸透促進工付きの治山ダム等の施設を建設し、雨水の地下浸透の促進を図るものである。



出典：環境庁

図 5-19 水土保持施設の例

(5) 対策の検討及び実施に向けての関連情報

森林地域での非特定汚染源対策の検討・実施に向けては、林野部局、林業試験場、森林組合等に相談することにより、現実的かつ効果的な対策の実施が可能となると考えられる。

また、指定湖沼関係県では、森林地域での対策実績等を有している自治体もあることから、これら自治体への照会により有用な情報を収集することを推奨する。

5.4.4 地域横断的対策

(1) 土地利用の適正化

非特定汚染源負荷の発生は、土地利用の違いに左右されるところが大きい。

これは、土地利用ごとに、人間活動等の諸活動量や負荷の排出形態等が相違しているためである。森林から農業系、農業系から都市系への土地利用の転換は、一般に雨水浸透・地下水涵養機能を低下させ、集水域の水循環を変化させ、湧き水や平常時河川流量の減少を通じて、水辺生態系への影響、自然浄化能力の低下等をもたらし、水環境の悪化につながるおそれもある。

このため集水域の土地利用計画においては、土地の効率的な利用などの本来的な目的のためだけでなく、非特定汚染源負荷の削減、ひいては水循環や水環境の保全という観点から、保安林による土地利用の規制措置や水源涵養保安林の指定拡大などの法制度を活用するなど、バランスのとれた適切な考慮を加えることが重要である。

(2) 住民等の環境保全への取組みの促進

非特定汚染源負荷の発生源は面的な広がりを持っており、普通これらの発生源を特定することは困難である。非特定汚染源負荷を削減するためには、住民や事業者等一人一人が汚濁物質を不用意に排出しないよう努めるとともに、負荷の発生の少ない生活様式等を住民・事業者等が自ら選択していくことが重要な課題となっている。

地域においても、側溝や雨水枡等の清掃や川掃除等の清掃活動への取組みが期待されていることから、広報活動等を通じた意識の高揚や地域での環境保全活動等への参加を促進する枠組み・制度等の整備が重要となっている。

(3) 非特定汚染源負荷に係る調査研究による技術発展

非特定汚染源負荷の削減に関する対策について、段階的な対策の実施状況や環境状況変化について継続的なモニタリング調査を実施し、効果の確認やデータの蓄積等に努めることが重要であり、さらには効率的かつ提供し易い対策技術の研究・開発を推進し、この結果を反映した対策のフォローアップを行うことが必要である。

なお、非特定汚染源負荷の発生・排出・流出機構等に関する知見についても、現時点において十分に解明・確立されているとはいえない状況であることから、負荷の発生・排出・流出等の各段階における負荷量等の実測データの蓄積に努めるとともに、非特定汚染源負荷の流出特性等を解析していくことが重要である。

5.5 負荷削減対策の評価方法

非特定汚染源の負荷削減対策を実施した場合の負荷削減効果の評価方法は、

- a) 個別対策の負荷削減効果の評価
- b) 総流出負荷削減量の予測・評価
- c) 水質改善効果の予測・評価

に大別される。ただし、本ガイドラインでは、非特定汚染源を対象としていることから、

a) 各対策の個別の負荷削減効果の評価について詳述し、b) 総流出負荷削減量及び c) 水質改善効果については概略を述べる。

<解説>

- ① 非特定汚染源負荷の削減対策は、湖沼等の閉鎖性水域の水質保全を目的として行われるものであり、最終的な対策効果の評価は集水域全体を一括して総流出負荷量の削減量と、この負荷削減に伴う水質改善効果で表す方法が望ましい。
- ② 一方、非特定汚染源は流域全体に広く分布し多様性に富んでおり、処理場施設のような特定の場所で負荷削減対策を実施し、目に見える効果をあげるといったようなケースは少ないのが実態である。
- ③ しかしながら、非特定汚染源負荷の削減対策は、基本的には発生源を中心として多様な対策を対象として、実施できる機会に、種々の機関が実施するものである。このため、上記の総合的評価に加えて個々の削減対策の効果についても適正な評価を実施していくことが必要である。

5.5.1 個別対策の負荷削減効果の事前・事後評価

非特定汚染源の負荷削減対策は、各対策を実施した場合の非特定汚染源負荷の削減量によって評価する。効果の評価は、対策の事前に見積って計画立案に資するほか、事後調査により効果の定量的なデータを蓄積し、その結果に応じて計画を見直しながら（PDCAサイクルを活用しながら）進めていくことが重要である。

ただし、多目的対策であれば他の目的に対する効果も含めた総合評価によってその事業効果が評価されるべきものであるが、この効果を定量化することは困難である。このため、**まずは非特定汚染源対策が負荷削減に寄与していることを認識できるかが重要である。**

また、個々の対策の削減負荷量をもって単純に評価するのではなく、**費用対効果を検討し、効果的な対策を推進することが重要である。**

<解説>

- ① 非特定汚染源の負荷削減対策には非特定汚染源の専用対策でないものも含めて多種多様な対策がある。各対策を実施した場合の効果は、**各対策を実施した場合の非特定汚染源負荷についての削減量を見積ることにより評価でき、予算化や住民等への協力要請の際の強力な材料となる。**
- ② 負荷削減量の評価は、対策の事前・事後調査によりその結果を比較することで効果を評価できる。もし、事前調査のデータが不足している場合は、同様な環境条件を有する隣接する（または近傍の）2 集水域を対象として、対策を実施した集水域と実施しない集水域での原単位の比較、あるいは、同一の集水域において対策実施前と対策実施後の原単位の比較するなど、**対照流域法の調査により定量的なデータを蓄積し、これらのデータに基づき効果検証を進めることが挙げられる。**（「資料編Ⅱ[7]」参照）
- ③ ただし、対策が多目的であれば、その事業効果は、他の目的に対する効果も含めて総合的に評価されるべきであるが、その定量的な評価は困難である。**まずは非特定汚染源対策の各対策一つずつは効果が小さいものの、様々な機関が様々なレベルで実施していくことが大切であり、各対策が非特定汚染源負荷の削減に寄与していることを認識できることに意味がある。**

なお、効果を把握するにあたっては、対象集水域が大きすぎると、非特定汚染源からの影響以外のものも含まれるため、効果が不明瞭になりやすい。このため、ファーストフラッシュなど様々な降雨時の状況や効果に伴う負荷量変化等を捉えられるよう、対象集水域の規模を小さくしてモニタリングを行うことも考えられる。（「資料編Ⅱ[7]」参照）

- ④ 非特定汚染源対策は、地域特性、事業の規模、実施機関(行政、民間、個人等)、総事業費、対策実施の難易性等の多くの条件が異なっている上、施策・方法ごとに削減のメカニズムが異なる。このことから、**個々の対策の削減負荷量をもって単純に各対策の相互比較をすることは避けるべきであり、費用対効果等の指標により評価を実施することが重要である。**

5.5.2 総流出負荷削減量の予測評価

対策を実施する非特定汚染源負荷ごとに、その削減負荷量を予測（個別対策の負荷削減効果を予測）し、これらを合算することで、**非特定汚染源負荷の総削減負荷量を求め、この削減量を評価する。**

なお、実際には、非特定汚染源負荷の総削減負荷量だけでなく、特定汚染源の削減負荷量と合算して評価を行うのが普通であり、**湖沼等に流出する負荷量の総削減量として評価する。**

5.5.3 水質改善効果の予測評価

非特定汚染源負荷の削減対策による対象湖沼等の水質改善効果を予測・評価するためには、**原則として湖沼等の富栄養化予測モデルによるシミュレーション法を用いる。**

<解説>

- ① 湖沼等ごとに現況の流入負荷条件で水質予測モデルを構築し、非特定汚染源対策を実施した場合と実施しない場合の負荷量情報を入力することにより水質予測を行い、水質改善効果をもって評価を行う方法である。なお、通常は、特定汚染源の負荷量も合わせた総負荷量を入力して予測計算を行うのが普通である。
- ② シミュレーション法としては、生態系モデル等が利用されている。

5.6 非特定汚染源対策の費用対効果の目安（試算）

現時点で得られている非特定汚染源対策の効果や事業費等に関する知見を参考として、各対策の費用対効果について、その目安を整理した（表 5-11～表 5-13）。

なお、負荷削減効果やコストは、対策実施地域の諸条件等により大きく変化することから、ここに示したデータはあくまでも対策選定の際の目安として参考にし、実際の検討の際には、地域特性等を踏まえた負荷削減効果とコストを算定し、比較・検討されたい。

さらには、非特定汚染源対策の種類によっては、負荷削減以外の目的を含んでいることが多いことから、負荷削減効果の観点のみならず、その他の観点（例えば、治水、下水道管理、道路管理、農作業や林業の軽減、自然環境保全等）も踏まえた上で、総合的に判断することが望ましい。

5.6.1 都市地域

都市地域においては、施設等の建設や整備を伴う対策が多いことから、比較的大きなインシヤルコストを要する対策が多いのが特徴と考えられるが、ランニングコストについては維持管理作業等が発生するものの、比較的费用対効果は高いものと考えられる。

表 5-11 都市地域における対策の費用対効果の目安（試案）

具体的対策	都市地域における全対策 の中での相対評価の目安					備考 (イ:インシヤルコスト、ラ:ランニングコスト)	
	負荷削減効果	インシヤルコスト	費用対効果	ランニングコスト	費用対効果		
施設等の建設や整備を主体とした対策	路面の清掃（清掃車等の新規導入による清掃）	大	中	☆	中	☆	イ:清掃車の新規導入に要費用 ・COD、SS削減に効果
	雨水の地下浸透の促進（浸透桝・トレンチ・透水性舗装等の整備）	中	中	◎	小	☆	イ:桝・舗装等の整備に要費用
	雨水貯留施設の設置（建物・駐車場地下への雨水貯留施設の設置）	大	大	◎	中	☆	イ:施設設置に要費用 ラ:施設の維持管理に要費用
	合流式下水道における越流水量の低減（遮集管渠容量増大、改善）	大	大	◎	小	☆	イ:施設改善等に要費用
	初期流出雨水の処理（下水道施設における雨水処理（スクリーン）等）	大	大	◎	大	◎	イ:下水処理場等への処理施設設置に要費用(用地費は考慮していない) ラ:施設の維持管理に要費用 ・COD、SS削減に効果
	浸透・浄化型水路の整備（地下浸透促進、自浄排水路整備）	小	大	○	小	◎	イ:排水路整備に要費用
維持管理を主体とした対策	路面の清掃（既存の清掃車等による清掃頻度の向上）	中	—	—	中	◎	ラ:清掃回数、作業量の増加に要費用 ・COD、SS削減に効果
	雨水桝・管渠等の清掃（定期的な清掃等の実施）	大	—	—	中	☆	ラ:清掃回数、作業量の増加に要費用 ・COD、SS削減に効果

注) 都市地域における非特定汚染源負荷対策の中で、負荷削減効果及びコストについて大まかな相対評価を行い、コストの評価に対する負荷削減効果の評価を比較することで、費用対効果の目安を導いた。

凡例) 費用対効果欄 ☆:費用対効果が高い ◎:費用対効果がやや高い ○:普通

5.6.2 農業地域

農業地域においては、機械の導入や施設の設置等に伴いイニシャルコストが大きくなっている対策が多いものの、全般的にはコストの小さい対策が多くなっている。

表 5-12 農業地域における対策の費用対効果の目安（試案）

具体的対策	農業地域における全対策 の中での相対評価の目安					備考 (イ:イニシャルコスト、ラ:ランニングコスト)	
	負荷削減効果	イニシャルコスト	費用対効果	ランニングコスト	費用対効果		
機械の導入や施設の設置等を主体とした対策	施肥方法の改善(専用施肥機の導入による側条・苗床集中施肥)	大	中	☆	小	☆	イ:専用施肥機導入に要費用・TN、TP削減に効果
	田植工程の改善(施肥田植機、表層代かき機の導入による栽培)	大	中	☆	小	☆	イ:田植機等の導入に要費用
	畦からの漏水防止(畦塗り機、畦シート等による漏水の防止)	小	中	○	小	◎	イ:畦塗り機等の導入に要費用
	水管理の改善(自動給水栓、水道メーターによる用水量節減)	大	中	☆	小	☆	イ:施設設置に要費用
	循環かんがい・反復利用の活用(循環施設導入の場合)	中	大	○	中	◎	イ:施設導入に要費用・TN、TP削減に効果
	不耕起移植栽培(不耕起移植機の導入による水稲栽培等)	中	中	◎	小	☆	イ:不耕起移植機の導入に要費用・COD、TN、TP削減に効果
	防風対策(防風林・垣、防風ネットによる土壌の飛散防止)	小	大	○	小	◎	イ:施設設置に要費用
	農業用ため池を活用した水処理(農業排水の処理池)	中	中	◎	小	☆	イ:施設設置に要費用・TN、TP削減に効果
	休耕田の脱窒、りんの吸着機能の利用(かんがい施設設置による畑排水浄化)	中	大	○	中	◎	イ:施設設置に要費用 ラ:維持管理に要費用 ・TN、TP削減に効果
	浄化型農業用排水路の整備(自浄型排水路の整備)	中	大	○	中	◎	イ:排水路整備に要費用
耕作方法の変更等を主体とした対策	施肥量の適正化(土壌診断等に基づく施肥量の適正化)	大	—	—	小	☆	ラ:肥料代の軽減が期待できる・TN、TP削減に効果
	肥料資材の改良(被覆肥料、緩効性肥料等の使用)	中	—	—	中	◎	ラ:肥料の購入に要費用・COD、TN、TP削減に効果
	野菜作における輪作の導入(野菜連作の回避、普通作物の導入)	中	—	—	中	◎	ラ:転作に伴う技術的経済的側面への配慮が必要
	土壌表面の被覆(被覆資材、草生栽培等による土壌浸食防止)	小	—	—	小	◎	
	休耕田の脱窒、りんの吸着機能の利用(水田・休耕田等を利用した排水浄化)	中	—	—	中	◎	ラ:維持管理に要費用・TN、TP削減に効果
	農業用排水路の浚渫(非かんがい期に農業用排水路を浚渫する)	小	—	—	大	○	ラ:浚渫作業に要費用

注) 農業地域における非特定汚染源負荷対策の中で、負荷削減効果及びコストについて大まかな相対評価を行い、コストの評価に対する負荷削減効果の評価を比較することで、費用対効果の目安を導いた。

凡例) 費用対効果欄 ☆:費用対効果が高い ◎:費用対効果がやや高い ○:普通

5.6.3 森林地域

森林地域においては、施設の建設等に伴い大きなイニシャルコストを要する対策があるものの、全般的にはランニングコストは小さい傾向にある。

表 5-13 森林地域における対策の費用対効果の目安（試案）

具 体 的 対 策		森林地域における全対策 の中での相対評価の目安					備 考 (イ:イニシャルコスト、ラ:ランニングコスト)
		負荷削減効果	イニシャルコスト	費用対効果	ランニングコスト	費用対効果	
施設の建設等を主体とした対策	水土保全対策（埋設土留工、浸透ダム建設による雨水地下浸透）	中	大	○	小	☆	イ:施設建設に要費用
森林管理を主体とした対策	適切な伐採管理の実施（大規模伐採や急斜面地伐採の回避、択伐式の採用等）	中	—	—	小	☆	
	植林（伐採や山火事等による裸地への植林）	中	中	◎	中	◎	イ:植林に要費用 ラ:育林作業に要費用
	森林管理（山林管理による落枝・落葉等の流出防止）	中	—	—	大	○	ラ:山林管理作業に要費用
	負荷削減に寄与する植生の選択（汚濁負荷が流出しにくい樹種の植林や伐採回避）	中	中	◎	中	◎	イ:植林に要費用 ラ:育林作業に要費用

注) 森林地域における非特定汚染源負荷対策の中で、負荷削減効果及びコストについて大まかな相対評価を行い、コストの評価に対する負荷削減効果の評価を比較することで、費用対効果の目安を導いた。

凡例) 費用対効果欄 ☆:費用対効果が高い ◎:費用対効果がやや高い ○:普通

第6章 非特定汚染源対策の持続的改善に向けて

6.1 負荷削減以外の効果への着目

対策の目的設定では、負荷削減が重要であるが、そのみならず、対策を通じて住民等の意識高揚を図るなどの効果にも着目することも必要である。また、住民等の意識高揚促進の効果については、事前事後におけるアンケート等の意向調査などによりその効果を評価することが重要である。

<解説>

- ① 非特定汚染源対策、さらには湖沼水質保全の実現を進めて行くには、行政だけではなく、湖沼等に関わる農家や住民、NPO 団体など、様々な湖沼関係者の協力・連携が不可欠である。関係者や住民の十分な理解や協力を得るには、湖沼水質保全への理解と意識を高揚させ、自身の生活や地域環境を守るための参加・協力の必要性を浸透させることが重要となる。
- ② 一方、「環境教育」等の「ソフト」面の対策を充実することにより、対策を通じて住民等の意識高揚を図るなどの効果が見込まれるので、そのような効果にも着目して対策を進める必要がある。
- ③ 住民等の意識高揚促進の効果については、定量的な評価が難しい面がある。しかし、事前事後におけるアンケート等の意向調査などを行うことにより、その効果を評価することが重要である。また、そのような意向調査結果は、住民等のニーズを把握することができるので、住民の意識高揚、参加・協力の促進を図るアプローチ方法を見直す材料になると考えられる。

6.2 非特定汚染源対策の推進・支援手法

6.2.1 非特定汚染源対策の推進に関する基本的考え方

非特定汚染源対策の実施は、多数の関係当事者（農業者、林業者、地域住民、道路管理者、下水道管理者等）が存在しており、それぞれの施策や方針等に基づき取り組まれているのが現状である。

非特定汚染源対策を推進していくためには、これらの関係当事者の理解はもちろんのこと、対策実施の効果を定量的に把握し、この負荷削減効果を目に見える形で提示することが重要なポイントとなる。

6.2.2 非特定汚染源対策の推進に係る体制づくり

非特定汚染源対策の特徴として、効果が把握しにくいこと、対策実施に要した費用や手間に対しての負荷削減効果の割合（費用対効果）が、一般には特定汚染源（点源）対策より低いことなどの課題を抱えており、今後、必要に応じて経済的な側面（インセンティブ等）を考慮した協力確保方策の導入を検討するほか、関係当事者間の理解や協力を得るための仕組みや体制づくりについて具体的に検討する必要がある。

例えば、地域の合意を得て、当該地区において、市街地や農地等の管理者の理解と合意に基づく協力の下、汚濁負荷削減を誘導する施策を重点的、集中的に実施する。そのための具体的方策として、実効性のある対策を実施するため国、地方自治体、研究者の連携による推進体制を構築し、当該地区の特性を踏まえた効果的で実施可能な各種施策等を盛り込んだ推進計画を策定する。

特定の地区に係る推進計画の内容としては、費用対効果を把握するための評価方法に関する事項、市街地や農地等の管理者に対して汚濁負荷削減のために実施が望まれる行動とその普及啓発に関する事項、関係行政機関（国、地方自治体）・事業者・地域住民等、幅広い関係者の連携及び協力体制に関する事項等を盛り込むことが重要である。

- ・ 住民や関係機関等が協力・連携し、適切な役割・責任分担のもと、互いの技術・知見等を活用して、効率的・効果的に水質目標を達成することが重要である。
- ・ **図 6-1** に示すように、住民、学識経験者、農業・林業の関係者、行政等による協議会等を設立し、調査・分析、対策の立案・実施等についての具体的な役割・責任分担やスケジュール、モニタリング体制等について協議することが重要である。
- ・ 湖沼等の水質改善に向けた複数のシナリオを住民等と協働で作成することで、主体的な参加を促すことも可能である。
- ・ 市街地、農地、森林等多様な地域に対応した総合的な対策を実施することが重要である。

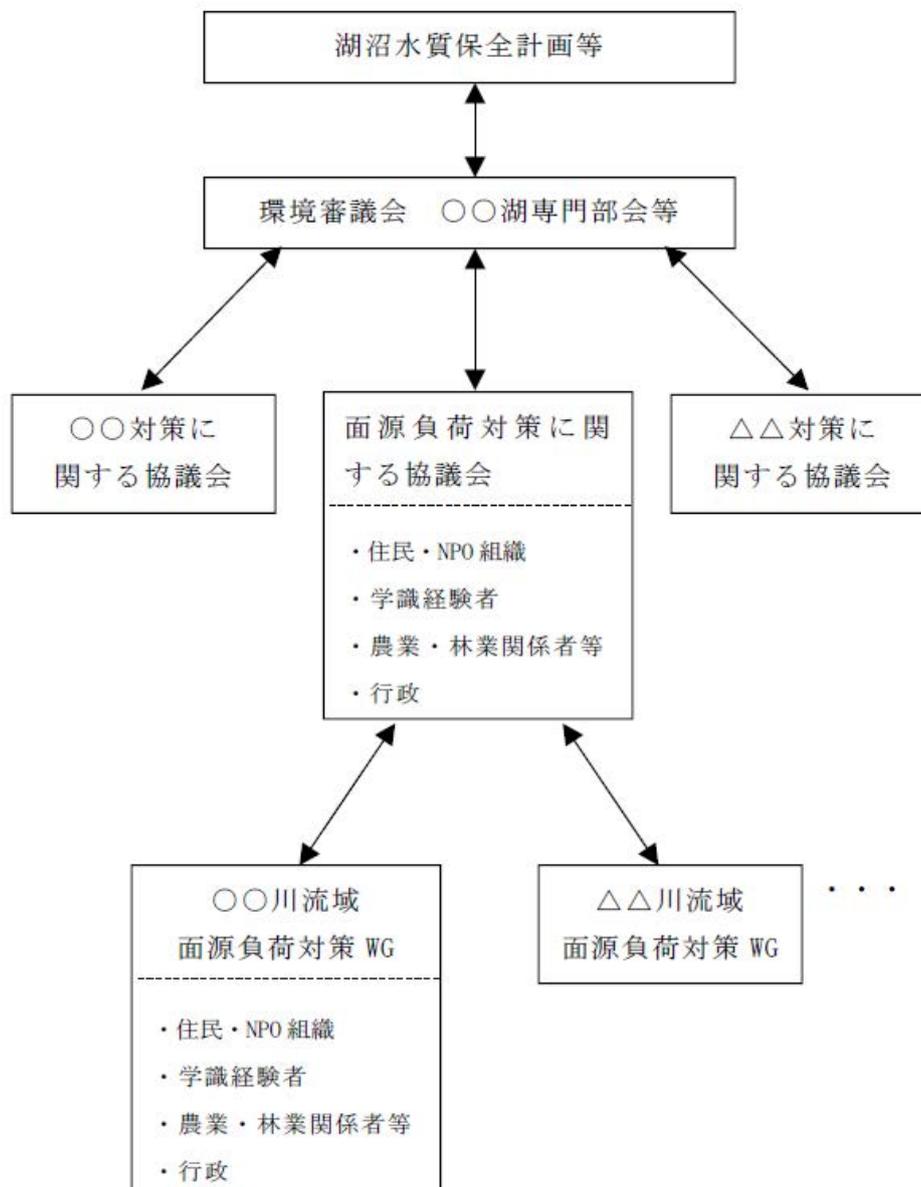


図 6-1 非特定汚染源対策の体制の例

(1) 住民や関係機関等による体制づくりの事例

1) 赤野井湾流域流出水対策推進会議

湖沼水質保全特別措置法に基づき、第5期琵琶湖に係る湖沼水質保全計画に盛り込む赤野井湾流域における流出水対策推進計画を策定するにあたり、同流域内で水の利用に関する各主体が、赤野井湾へ流入する汚濁負荷の現状を認識し、汚濁負荷削減に向けて取り組むべき対策についての検討を行うことを目的として設置された。

・会議の構成

【委員】

学識経験者、地元住民等、利水関係者等

【オブザーバー】

国、滋賀県、守山市、草津市、栗東市および野洲市の関係課職員

・会議の開催状況

第1回会議

日時：平成18年6月27日（火）

場所：大津湖南農業共済組合（NOSAI 大津湖南）大会議室

議題：赤野井湾流域流出水対策推進会議の趣旨について
赤野井湾流域における流出水対策の取り組みについて

第2回会議

日時：平成18年7月31日（月）

場所：守山市民ホール 学習室1

議題：赤野井湾流域における流出水対策の課題等について

第3回会議

日時：平成18年9月6日（水）

場所：守山市吉見公民館大会議室

議題：赤野井湾流域における実施可能な汚濁負荷削減対策について

第4回会議

日時：平成18年10月11日（水）

場所：守山市吉見公民館大会議室

議題：赤野井湾流域流出水対策推進計画案の検討について

第5回会議

日時：平成18年11月14日（火）

場所：守山漁業協同組合2階会議室

議題：赤野井湾流域流出水対策推進計画案のとりまとめについて



2) 印旛沼流域水循環健全化会議

水質の改善が顕著でなく、都市化の進展等により治水安全度が低下している印旛沼の状況を改善するため、中・長期的な観点から、流域の健全な水循環を考慮した印旛沼の水環境改善策、治水対策を検討する会議が設立された。

会議では、水質保全等の水環境面及び治水対策での中・長期的な方針の検討、また将来目標値及び目標達成のための対策の検討を行っている。

・会議の構成



・会議の開催状況

平成13年4月(第1回)～平成20年6月(第14回)



(2) 湖沼等の水質保全に取り組む農業団体の事例

農業分野においては、環境保全型農業の一環として、湖沼等の水質保全に取り組む農業者団体が増加しており、その団体と取り組み事例を表6-1に整理した。

表 6-1 湖沼等の水質保全に取り組んでいる農業者団体の事例
(環境保全型農業推進コンクール受賞団体から抽出)

団体名	取組概要
北花沢営農組合 【滋賀県愛知郡 湖東町北花沢】	<ul style="list-style-type: none"> 琵琶湖の水質保全に対する関心が高い湖東地域にあり、農業系からの負荷削減に集落ぐるみで取り組んでいる。 農業排水（濁水）対策として浅水代かき、側条施肥田植機、畦シートの設置により肥料成分の流出を抑えているほか、肥料・農薬の節減に取り組んでいる。
三方町 【福井県三方郡 三方町】	<ul style="list-style-type: none"> 町が強力なリーダーシップを発揮し、三方五湖の水質改善に対する町民全員の意識改革を図り、補助事業等を活用して水質浄化を実践している。 農業生産面からも肥料・農薬を流出させない取り組みを行っている特に湖に人工の筏を浮かべアシを植栽し窒素、りんを吸収させ、それを刈り取り梅園の敷草に利用し、雑草の防止、肥料養分の流出防止と梅園の表土流失防止を確立した独創的な技術を行っている。 カントリーエレベーターから排出される籾殻を利用した籾殻堆肥による土づくりを推進している。
西土佐村環境保全型農業推進協議会 【高知県】	<ul style="list-style-type: none"> 四万十川の清流保全のため、生活排水や畜産排水等総合的、長期的な取り組みを織り込んだ「清流保全施策実施計画」を策定・実施している。 地域内のモミガラと鶏糞、し尿を原料とした堆肥を製造し土づくりを実施している。
阿尾地域農業推進協議会 【富山県氷見市】	<ul style="list-style-type: none"> 中核農家、営農組織を中心に村ぐるみの減農薬栽培による米生産を行っている。 土づくりの拠点施設（堆肥製造、保管）を建設し、中核農家や営農組織による堆肥散布などの土づくりを実践している。 河川等への肥料流出防止として、側条施肥田植機や肥効調節型肥料を使用している。また、発生予察に基づいた効果的な防除を実施している。 集落の申し合わせにより、水田畦畔の除草を年4回、河川の除草も全市一斉草刈で景観維持に努めている。
八日市市 【滋賀県八日市市】	<ul style="list-style-type: none"> 病害虫防除所の病害予察のほか、市独自の予察調査も合わせて防除時期の判断、薬剤を選定し、農薬使用を必要最小限にするきめ細かな防除を実施している。 市単独事業で畦畔にカバープランツを栽植し、除草剤の節減と景観づくりに努めている。 琵琶湖の水質保全のため、田植期の水田からの濁水の防止、施肥田植機の普及などに取り組んでいる。
農事組合法人諏訪市西山地区農豊組合 【長野県諏訪市】	<ul style="list-style-type: none"> 諏訪湖の水質保全のため、側条施肥田植え機の導入による施肥量の削減、肥料成分のほ場外への流出抑制 稲わら腐熟のための微生物資材の活用による保肥性の向上、秋耕起の完全実施での土づくり 農薬施用は、苗箱施薬や田植え時の除草剤1回散布に限定する等減農薬を推進
会津有機米研究会 【福島県耶麻郡 猪苗代町】	<ul style="list-style-type: none"> 雑草防除は田植え後除草剤を1回散布のみ、畦畔の徹底した刈り払いによる減化学農薬の取組み 米穀商から排出される米糖由来の脱脂糠と魚かすによる有機質肥料を考案し、施肥量の90%を活用 水田に沿った小排水路をパイプライン化し余分な排水を少なくすることで猪苗代湖の水質保全 消費者とのほ場交流会や小学校での米づくり体験学習活動等の啓発活動

6.2.3 非特定汚染源対策の推進・支援に資する制度・方策等

平成 11 年に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」及び「持続性の高い農業生産方式の導入に関する法律」が制定され、平成 12 年には硝酸性・亜硝酸性窒素の水質環境基準が設定された。

平成 17 年には湖沼法が改正され、非特定汚染源対策の推進、流出水対策地区の設定等が盛り込まれた。

また、近年においては、農業分野での環境保全型農業への各種支援制度の創設、農業・畜産・下水道等の分野における新規技術開発、硝酸性窒素による地下水汚染対策の推進等の取り組みも進展しつつある。

これらの法令や制度等は、非特定汚染源対策と共通の方向性を持っており、これらの関連行政施策との連携を通じ、非特定汚染源対策の推進強化を図っていくことが重要である。

現在実施されている湖沼水質保全に関連する各種支援施策（特定汚染源を含む）の例を表 6-2 に示した。

表 6-2 湖沼水質保全に関連する各種支援施策

	非特定汚染源対策関係	その他
環境省関係	<ul style="list-style-type: none"> ○流出水対策地区制度：指定湖沼の流域内において、農地、市街地等の非特定汚染源から流出する汚濁負荷への対策が必要な地域のうち、都道府県知事が対策の実施を推進する必要があると認める地区を流出水対策地区として指定する。指定された地域については、流出水対策推進計画を策定し、それに基づいて流出水対策を推進する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○浄化槽設置整備事業：市町村が生活雑排水対策を推進する必要がある地域において、浄化槽の計画的な整備を図るためその設置又は改築を行う者に対し、設置又は改築に要する費用を助成する事業を行っている場合に、その費用の一部を補助する制度。 ○浄化槽市町村整備推進事業：生活排水対策を緊急に推進する必要がある地域において、市町村自らが設置主体となって浄化槽の面的整備を行う事業に対し、国庫補助を行う事業。
国土交通省関係	<ul style="list-style-type: none"> ○浚渫：窒素・りん等の栄養塩類を多く含む底泥の浚渫を行い、栄養塩類の溶出を防ぎ、湖沼水質の改善を図るもの。 ○植生浄化：水生植物による汚濁物質除去のメカニズムを活用し湖沼の直接浄化を行うもの。 ○曝気循環：曝気循環装置等を整備し水を循環させることにより、カビ臭の原因物質を生産する緑藻の発生しない環境を形成、維持するもの。 ○覆砂：良質な土砂で覆砂を行うことにより、汚濁した底泥からの窒素・りん等の栄養塩類の溶出を抑制する。 ○市街地排水浄化対策モデル事業などを行い、非特定汚染源負荷の低減対策を推進している。 	<ul style="list-style-type: none"> ○流入河川の直接浄化：湖沼の汚濁の原因となっている流入河川において、濾過等により河川の直接浄化等を行い湖沼における汚濁負荷の削減を図る。 ○導水：治水及び利水事業と併せて、流量の豊富な河川から汚濁の進んだ湖沼への浄化用水を導入し、湖沼の水質の改善を図る。 ○下水道：湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼地域等の重要水域に係る一般市及び町村の污水管きょ整備について補助対象範囲の拡充をはかった。特に高度処理等を行う場合はさらに補助事業採択要件を緩和している。
農林水産省関係	<ul style="list-style-type: none"> ○適正施肥の指導：地力増進法に基づく「地力増進基本指針」等において、環境に悪影響を及ぼさないような適正な施肥について指導。 ○持続性の高い農業生産方式の導入の促進：「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」に基づき、土壌診断に基づく土づくり、化学肥料低減技術等の導入を促進。 ○森林整備事業：森林所有者等による造林、保育、間伐等の森林施策を助長することにより、水質浄化、水量調節等の森林の有する多面的機能の発揮を図る。 ○保安林の整備：水源のかん養等の機能の発揮が特に求められる森林を保安林として指定し、土地の形質の変更等の規制等により、水質の保全又は水量の安定的確保を図る。 ○治山事業：水源かん養保安林等において、複層林の造成や浸透促進施設の設置等を実施し、森林の有する水源かん養機能等の多面的機能の維持・増進を図る。 ○森林から流出する渓流水質の調査：森林が渓流水質や流出量に及ぼす影響等を把握するため、長期的な観測を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ○家畜排せつ物の管理の適正化：家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律（以下「家畜排せつ物法」という。）に基づく「管理基準」に従った、家畜排せつ物の適正な処理及び保管を、平成16年11月から義務付け。家畜排せつ物の適正な管理に必要な家畜排せつ物処理施設（たい肥舎、液肥化施設、貯留槽、汚水処理施設等）を重点的に整備。 ○家畜排せつ物の利用の促進：家畜排せつ物法に基づく「基本方針」及び都道府県により定められた都道府県計画において、家畜排せつ物の利用を促進。固形状の排せつ物については、たい肥化による減量化及び脱窒を図った上で農地還元利用することにより、生糞尿の還元と比較して環境負荷量を低減。また、炭化、メタン発酵等のエネルギー利用のための施設についても整備。 ○農業集落排水事業：農業集落におけるし尿、生活雑排水等の污水、汚泥又は雨水を処理する施設若しくはそれらの循環利用を目的とした施設の整備。 ○水質保全対策事業：農業用排水路等に水質浄化施設を整備し、公共用水域へ排出される排水の水質浄化を図り、水資源の総合的な保全に資する。 ○内水面の魚類養殖における汚濁負荷対策のための指針策定：内水面養殖における、適正収容量、適正給餌法、排水管理等について定めた、内水面養殖管理指針を策定。 ○内水面環境活用総合対策事業（水産資源環境施設整備事業）；陸上の魚類養殖施設（共同利用施設）に係る給排水を浄化し、飼育水の有効利用や排水による河川水への汚染負荷の削減を行うための沈殿物や生物ろ過槽などの給排水等処理施設の整備。

(1) 流出水対策地区制度

1) 流出水対策地区制度とは

平成17年6月に公布された改正湖沼水質保全特別措置法において、湖沼に流出する汚濁負荷の一層の削減のため、流出水対策地区制度が新設された。

指定湖沼の流域内において、農地、市街地等の非特定汚染源から流出する汚濁負荷への対策が必要な地域のうち、都道府県知事が対策の実施を推進する必要があると認める地区を流出水対策地区として指定する。指定された地域については、流出水対策推進計画を策定し、それに基づいて流出水対策を推進することとなっている。流出水対策地区の概念図を図6-2に示す。

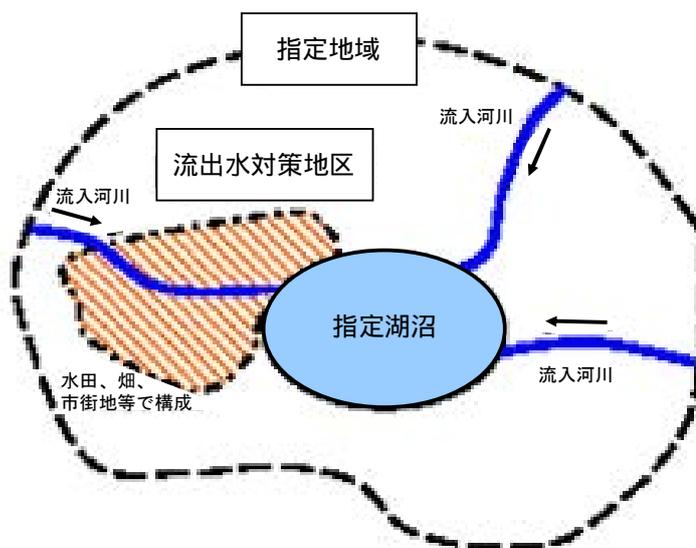


図6-2 流出水対策地区の概念図

2) 流出水対策地区の指定

平成17年6月に公布された改正湖沼水質保全特別措置法に基づき変更された「湖沼水質保全基本方針(平成18年1月閣議決定)」の中で、流出水対策地区の指定に関する基本的事項として以下の3点が示されている。

- ① 流出水の汚濁負荷量の指定湖沼の汚濁負荷量に占める割合が大きい地区であって、汚濁負荷削減対策を実施することが可能な地区について順次指定を行うこと。なお、流出水対策地区の指定に当たっては、森林等自然的負荷のみの流出と認められる地区は対象としない。
- ② 流出水対策地区は、流入河川の流域等のまとまった流域を最大限として指定すること。
- ③ 流出水対策地区の指定に当たっては、地域住民等の理解が得られるように努めること。

3) 流出水対策地区において実施する対策等

流出水対策地区については、流出水対策推進計画を策定し、**表 6-3**に示すような対策を実施する。また、流出水対策に係る啓発に関する事項として、環境教育の実施、パンフレットの作成、説明会、セミナーの開催等を行う。

表 6-3 流出水対策地区で実施する対策の例*

		対策の例
発生源対策	市街地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路清掃 ・ 雨水の地下浸透 ・ 貯留の促進及び雨水の処理 等
	農地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水田の代かき時の水管理の改善 ・ 都道府県で策定している施肥基準等に基づいた適正施肥の実施 ・ 持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律（平成 11 年法律第 110 号）に基づく認定農業者（エコファーマー）の認定の促進 等
流出水対策		(汚濁負荷が河川等を流下する過程で) <ul style="list-style-type: none"> ・ 植物及び礫の浄化機能などを活用した浄化 ・ 汚濁底質のしゅんせつ 等

*1: 流出水対策として、洪水時及び低平地等の農地湛水被害を防止するための農業排水の水管理並びに排水施設を整備する事業又は農業用排水路の管理者として要請されている範囲を超えるような対策は含まれない。

4) 流出水対策地区の設置事例

湖沼水質保全特別措置法の指定湖沼では、策定している湖沼水質保全計画の中でそれぞれ流出水対策地区が設置されている。**表 6-4**に既往の流出水対策地区の設置概要を、**表 6-5**に既往の流出水対策地区における対策の実施状況を示す。

表 6-4 既往の流出水対策地区の設置概要

指定湖沼	対象地区	実施体制	啓発活動	モニタリング等
霞ヶ浦	山王川流域 (霞ヶ浦(西浦))	県と市が主体となって地元住民や住民団体等の協力を得ながら対策を推進	県はパンフレットの作成や説明会を開催し、対策地区の取組目標、対策、実施主体、実施時期、対策を講じる場所等について説明するとともに、対策実施の啓発に努める。	県は対策の効果을把握するために、水質(COD、窒素、りん、SS)の測定を3ヵ月ごとに年4回、3箇所を実施。
	銚田川流域 (北浦)	県と市が主体となって地元の農家、住民、住民団体等の協力を得ながら対策を推進		
印旛沼	鹿島川流域 (流域内全域)	印旛沼水質保全協議会等を活用し、県・市及び流域住民が連携、協力し対策を推進	県はパンフレットの作成や説明会を開催し、取組目標、対策、実施主体、実施時期、対策を講じる場所等について説明するとともに、対策実施のための啓発に努める。	県は対策効果の発現状況を把握するために、水質等(COD、窒素、りん、SS、流量)の測定(3回/年)、監視を実施。
手賀沼	大津川流域 (流域内全域)	手賀沼水環境保全協議会等を活用し、県・市及び流域住民が連携、協力し対策を推進	県はパンフレットの作成や説明会を開催し、取組目標、対策、実施主体、実施時期、対策を講じる場所等について説明するとともに、対策実施のための啓発に努める。	県は対策効果の発現状況を把握するために、水質等(COD、窒素、りん、SS、流量)の測定(3回/年)、監視を実施。
琵琶湖	赤野井湾流域	県、市及び流域住民	<ul style="list-style-type: none"> 暮らしの中での実践(エコライフ) 職域での実践(環境情報交換会等) 環境学習の展開 	湾内の水質、底泥、生息生物のモニタリング、流入河川水質のモニタリング、湾の水質汚濁メカニズムの調査・研究を行う。
児島湖	岡山市灘崎町北七区地区	—	普及啓発活動の実施	効果確認のための各種調査の実施
釜房ダム貯水池	前川上流域 (立野川合流点より上流)	行政が主体となり、地域住民、NPO、農協、森林組合等の関連団体が互いに連携・協力することにより対策を推進	パンフレットの配布、事業者に対する情報の提供、エコファーマーの育成・誘導、認証制度の普及・啓発、生活排水対策用品配布等	水質等の測定、監視を実施する。また、簡易測定等を活用した住民との協働による水質モニタリングについても併せて行う。
諏訪湖	上川・宮川流域	県及び流域の市町村が主体となり、地域住民、関係機関が互いに連携、協力することで流出水対策を推進	パンフレットの作成や説明会の開催による啓発	県は対策の効果の発現状況を把握するために、水質(COD、窒素、リン、SS)及び流量の測定を年4回、4箇所を実施。
八郎湖	大潟村全域	大潟村農地・水・環境保全向上対策推進会議、及び関係機関が連携し、大潟村に関わる住民の理解と協力を得ながら、流出水対策を推進	広報誌・パンフレットの作成発行や説明会の開催による対策実施の啓発	県は対策の効果을把握するために、水質(COD、窒素、リン、SS)の測定を毎月1回、2箇所を実施する。あわせて、水質自動測定装置による連続測定を実施。

表 6-5(1) 既往の流出水対策地区における対策の実施状況(1)

	対象地区	市街地対策	農地対策	その他
霞ヶ浦	山王川流域 (霞ヶ浦(西浦))	<ul style="list-style-type: none"> ・住民主体による地区内道路の清掃(週1回) ・県、市主体による県道、市道の維持管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・農地における適正な施肥指導等の農地対策 	<ul style="list-style-type: none"> ◆家畜等対策 ・家畜排せつ物の適正処理の促進(家畜ふん尿の耕地への直接還元の解消：48戸→0戸) ◆生活排水対策事業 ・アクリルタワシの普及促進等生活排水対策
	鉾田川流域 (北浦)	<ul style="list-style-type: none"> ・住民団体等の主体による道路の清掃 ・県の主体による地区内県道の維持管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・適正な施肥指導等の農地対策を推進 	<ul style="list-style-type: none"> ◆生活排水対策事業 ・アクリルタワシの普及促進 ・家庭用廃油の使い切り及び回収(年間 1,000Lの回収)
印旛沼	鹿島川流域 (流域内全域)	<ul style="list-style-type: none"> ・各戸貯留・浸透施設の設置 浸透マス：7,680基→20,280基 ・透水性舗装の整備：14,164m²→23,214m² ・県・市管轄の公共グラウンド等の貯留浸透施設の設置：0→1箇所 ・路面清掃：16km/年→16km/年 ・側溝等の清掃 	<ul style="list-style-type: none"> ・施肥法の改善等の普及 ・ちばエコ農業の推進 ・遊休農地の活用 	—
手賀沼	大津川流域 (流域内全域)	<ul style="list-style-type: none"> ・雨水浸透施設の設置・促進 浸透マス 7,373基→10,483基 ・道路・事業所等の浸透舗装化：15,809m²→18,559m² ・雨水貯留施設の設置・促進：51箇所→101箇所 ・歩道や側溝等の清掃：9.3km/年→10.9km/年 ・路面清掃車による清掃 	<ul style="list-style-type: none"> ・現存農地の保全 ・減農薬農法の実践 ・適正施肥支援等の対策 ・ちばエコ農業の推進 ・遊休農地の活用 	—
琵琶湖	赤野井湾流域	<ul style="list-style-type: none"> ・雨水幹線整備事業 ・県道・市道の透水性舗装の整備：設置延長：4,180m 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境こだわり農業：31ha→130ha ・緩効性肥料等による施肥改善 ・ゆりかご水田事業(田にフナの稚魚を放流し、稲を育てる自然農法) ・循環かんがい施設の使用・整備 ・水生植物の植栽による多自然型排水路の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ◆河川等の浄化対策 ・出水時に河川水を一時貯留して汚濁物を沈殿・除去する。

表 6-5(2) 既往の流出水対策地区における対策の実施状況(2)

	対象地区	市街地対策	農地対策	その他
児島湖	岡山市灘崎町北七区地区	<ul style="list-style-type: none"> ・アダプト等による道路、水路の環境美化活動 ・道路管理者による道路、側溝の清掃 	<ul style="list-style-type: none"> ・農業用水路の直接浄化対策 	<ul style="list-style-type: none"> ・湖沼流域水環境保全手法確立調査
釜房ダム貯水池	前川上流域 (立野川合流点より上流)	<ul style="list-style-type: none"> ・地区清掃活動事業、年1～2回 	<ul style="list-style-type: none"> ・側条施肥機導入補助事業、3基 ・環境と調和した持続的な農業への転換の推進、農業者の4割 ・環境こだわり農業、30a 	<ul style="list-style-type: none"> ・家畜排せつ物の適正管理、たい肥の発酵条件の管理等の徹底、対象戸数1戸
諏訪湖	上川・宮川流域	<ul style="list-style-type: none"> ・道路清掃、延べ 555km/年 ・側溝清掃、延べ 30km/年 ・公共の駐車場、歩道等の透水性舗装や雨水浸透ますの設置 ・住宅における雨水地下浸透施設設置の普及啓発 ・宅地、事業場敷地等からの土砂流出を防ぎ、植物に栄養塩類を吸収させるため、緑化を促進 	<ul style="list-style-type: none"> ・エコファーマー認定促進、145人→530人 ・農地、水、環境保全向上対策での先進的営農活動の推進、0→3組織 ・直播栽培の普及、1ha→52ha ・緩効性化学・有機質肥料の施肥普及、700ha→900ha ・畦内施肥技術の普及、150ha→250ha ・土壌診断に基づく施肥普及、187ha→250ha ・環境にやさしい農産物認証面積、44ha→81ha ・クリーニングクロープの導入 	<ul style="list-style-type: none"> ・河川浄化対策 ・土砂流出防止等による負荷削減
八郎湖	大瀧村全域	—	<ul style="list-style-type: none"> ・濁水の流出防止 ・施肥の効率化 ・減農薬・減化学肥料栽培の推進 ・エコファーマーの認定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシ等を利用した自然浄化施設の実証試験および施設の整備 ・ビオトープの設置、外来魚等捕獲と魚粉化、木炭を利用した水質浄化等の実施 等

(2) 推進・支援に資する制度・方策等の事例

1) 森林バイオマス利用にかかる国内クレジットの創出について(林野庁)

農林水産省では、低炭素社会づくり行動計画(平成20年7月29日閣議決定)において、平成20年10月から開始することとされた排出量取引の国内統合市場の試行的実施に関連して、CO₂の排出削減を進めるため、CO₂に取引価格を付け、市場メカニズムを活用した技術開発や削減努力を誘導する方法についての実効性あるルールの構築を目指している。

これらの取組を通じ、化石燃料からバイオ燃料への転換による排出削減量の取引への活用などCO₂の排出削減を一層推進していくとともに、農山漁村に豊富に存在する間伐材などバイオマスのさらなる利用拡大を図り、農山漁村の活性化と森林整備等の着実な推進につなげていくこととしている。

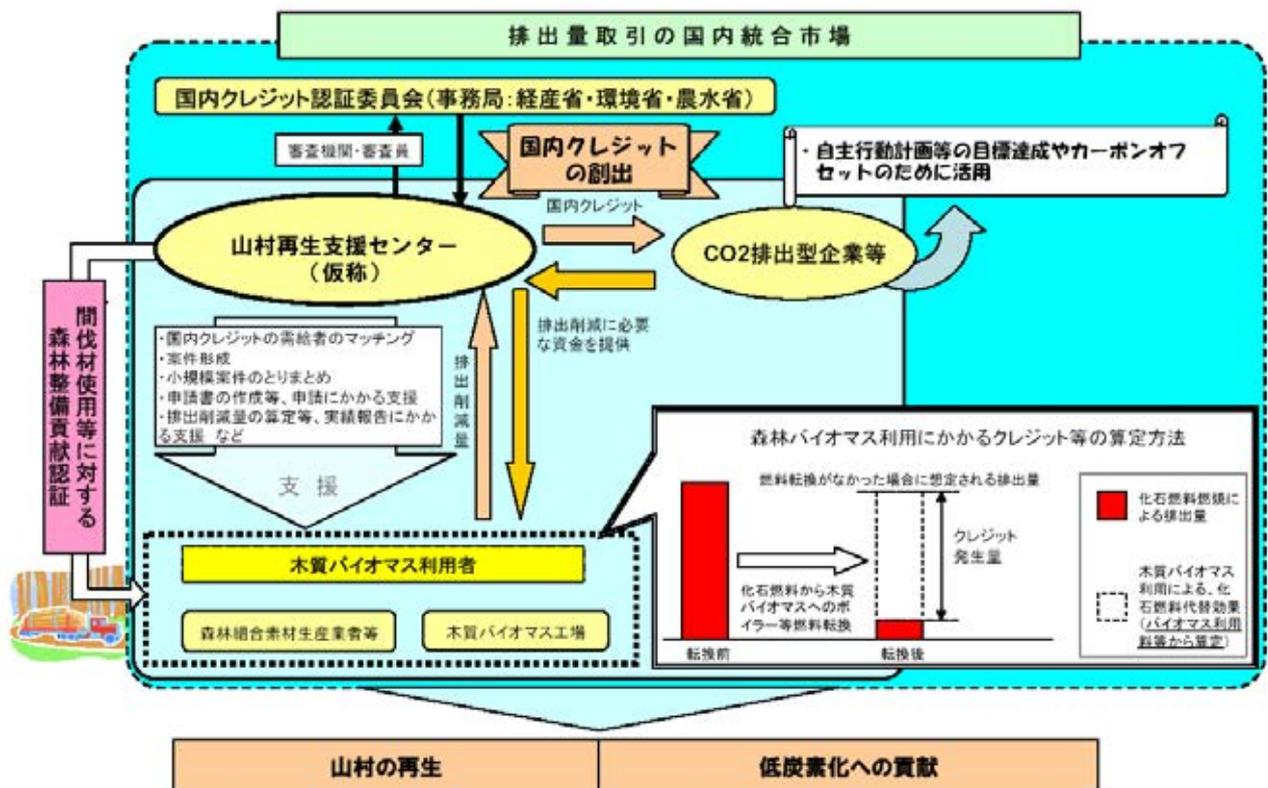


図 6-3 森林バイオマス利用にかかる国内クレジットの創出の概念図

2) 環境先進企業との協働の森づくり事業(高知県)

国内での温室効果ガス（二酸化炭素）の排出権取引制度の創設を視野に入れながら、環境先進企業と地域とが協働して「森林の再生」と「交流の促進」を柱とした取り組みを行うことで、現在手入れの行き届かない状況となっている森林（人工林）の再生を進める。

三者（企業、高知県、市町村（森林組合））による「パートナーズ協定」の締結を基本とし、パートナー企業からの協賛金が、原則協定を締結した市町村（森林組合）に直接提供される。市町村（森林組合）が、協賛金を森林整備に要する経費（間伐作業、作業道整備、作業機械購入、搬出経費、植樹）及び環境教育や交流に関する経費に活用することで、森林の適正な整備が図られる。

「環境先進企業との協働の森づくり事業」の仕組み



図 6-4 環境先進企業との協働の森づくり事業の概念図

3) 猪苗代湖等湖沼水環境にやさしい農業推進事業(福島県)

猪苗代湖は、これまで流入する長瀬川の酸性の河川水中に含まれる鉄やアルミなどの粒子が、富栄養化の原因となるリンを吸着し、水中から除去していたため、湖の水質が保たれていた。しかしながら、近年、湖水に中性化の傾向が見られるようになり、加えて、湖岸付近では黒色浮遊物の発生が確認されるなど、水環境が悪化する兆候となる現象が見られようになってきている。

そこで、本事業により、猪苗代湖及び裏磐梯湖沼の水質悪化を未然に防止するために、農用地での化学肥料や農薬の使用量の削減、及び稲わらや刈草等有機物の流入削減を図るとともに、「持続性の高い農業生産方式」を導入し、モデル地区での実証や啓発活動により地域の取り組みを支援し、水環境にやさしい農業の導入を推進するものである。水稻栽培における対応技術としては以下の技術が挙げられる。

◆水稻栽培における対応技術

- ・ 水環境にやさしい水稻栽培の体系
- ・ 浅水代かきと水環境にやさしい落水
- ・ 水環境にやさしい施肥
- ・ 秋耕とその他の技術



図 6-5 猪苗代湖等湖沼水環境にやさしい農業推進事業の取組事例

6.3 非特定汚染源対策の推進・支援手法

(1) 非特定汚染源負荷の定量的把握のための調査研究の推進

非特定汚染源の負荷流出のメカニズムは複雑であるという特性から、非特定汚染源負荷量の定量化には多くの調査・研究が必要であるものの、現時点で十分な知見が蓄積されているとは言えない状況がある。

非特定汚染源負荷の定量的把握は、対策を検討する上での大前提となる基礎情報であり、また、これらの負荷が汚濁メカニズムにどのように作用しているか等の知見を調査・蓄積していくことで、より正確かつ効率的な調査手法について、その改良・開発に取り組んでいくことが重要である。

(2) 非特定汚染源対策のより一層の推進に資する持続的改善の取り組み

非特定汚染源対策についても、十分な取り組みが実施されているとは言い難く、具体的な対策効果等についての知見も不足している状況がある。

また、今後、非特定汚染源対策のより一層の推進を図っていくためには、まずは実施可能な非特定汚染源対策から実践に移していくことはもちろんのこと、同時にモニタリング調査の実施により負荷削減効果等の定量的なデータを蓄積していくことが重要である。

例えば、同様な環境条件を有する隣接する2集水域を対象として、対策を実施した集水域と実施しない集水域での原単位の比較、あるいは、同一の集水域において対策実施前と対策実施後の原単位を比較するなど、対照流域法と呼ばれる調査手法がある。そのような手法等による調査を行い、定量的なデータを蓄積しつつ、これらのデータに基づき対策効果等の検証を進め、さらに効果的・効率的な非特定汚染源対策の改良や工夫を図るなどにより、非特定汚染源対策の持続的改善に取り組んでいくことが重要である。