

# 自然水質浄化機能を活用した実験施設の計画・設計について

## SCHEME AND PLANNING FOR ESTABLISHING EXPERIMENTAL FACILITIES UTILIZING WATER PURIFICATION FUNCTION OF NATURE

野村武史\*・江頭信一\*\*・松本 博文\*\*・橋口 茂\*

Takeshi NOMURA, Shinichi ETO, Hirofumi MATSUMOTO and Shigeru HASHIGUCHI

Nowadays the water purification functions of ecosystems, such as channels and ponds with vegetation, are being watched with keen interest. An experimental project utilizing water purification functions of nature consists of the following. 1) Completion of experimental equipment for the purpose of inducing transaction system using this water purification function; 2) Verification of future application to the rural community sewerage improvement project

This paper reports on the following. 1) Outline of the project; 2) Property of the expected experiment site; 3) Scheme and planning for establishing facilities; 4) Experimental plans as a future survey, problems will be stated in the application of methods using aquatic plants as adopted for purification methods in Japan and other countries.

*Key Words* : water purification function of nature, aquatic plants, rural community sewerage improvement project, experimental planning

### 1. はじめに

わが国の河川、湖沼など、公共用水域における水質浄化対策は、これまで流域での下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽設置といった発生源対策が主体であった。これに加えて、近年、水域内もしくは水域に隣接して適用される直接浄化対策の実施例が増加している。特に最近では、閉鎖性水域での窒素・リンの除去のため、水生植物等の自然水質浄化機能を活用した浄化手法が注目されるようになっている。

農村地域においても、これまで整備してきた農業集落排水施設の処理水の水質をさらに改善するため、自然水質浄化機能活用実験事業が農林水産省の平成11年度新規施策として創設された。

「自然水質浄化機能実験施設実施設計業務」は、この事業の実施のため、水生植物等による自然浄化機能を活用した水質浄化実験施設について、実験計画を含めた施設計画を作成し、加えて実施設計を行うものである。この業務は長崎県北高来郡森山町の委託を受けて実施した。

業務の実施に際しては、施設内容及び実験計画について、「生態系活用型処理施設検討委員会」に提出する必要があった。この委員会は学識経験者等から構成され、全国各地の実験事業について検討するものであったが、長崎県は実験事業に関する全国各地の幹事県となっていた。

この対応のため、長崎県は、総合農林試験場、衛生公害研究所等の各関係機関で構成する「自然水質浄化機能活用実験事業長崎県連絡会」を組織しており、当社はこの連絡会の事務局を担当して協議結果を踏まえて取りまとめを行い、設計内容について最終承認を得た。

なお、当社内部においては、農村環境施設部が施設計画を、福岡支店が実施設計を担当して取りまとめを行った。

ここでは、自然水質浄化機能活用実験事業の概要、実験事業予定地の特性、施設計画・設計、実験計画等の概要について紹介し、今後の展望について述べる。

### 2. 自然水質浄化機能活用実験事業の概要

#### (1) 実験事業の背景

農業集落排水施設は、従来より以下に示すような農業集落排水事業の趣旨に基づいて農村地域に適した小規模分散処理方式を採用し、各種法令等による放流水質を確保して

\* 首都圏事業部 農村環境施設部

\*\* 福岡支店 技術第一部

いるところである(図-1)。しかしながら、依然として水質汚濁が発生している地域や水質保全への取り組みを行っている地域では、より積極的な水質改善が求められている。

さらに、近年の環境問題に対する関心の高まりの中で、農村地域の水環境を保全することが求められている。このため、農地や農業用水利施設をはじめとする農村が有する自然浄化機能を活用した経済的な水質保全対策が重要となっている。これに加えて、農業集落排水施設は、景観形成、親水機能の発揮といった多様な役割についても期待されているところである。

### 農業集落排水事業の趣旨

農業集落排水事業は、「農業用排水の水質保全、農業用排水施設の機能維持と農村の生活環境の改善を図り、併せて公共用水域の水質保全に寄与するため、農業集落におけるし尿、生活雑排水等の汚水、汚泥また雨水を処理する施設を整備し、もって生産性の高い農業の実現と活力ある農村社会の形成に資する」

(「事業実施要項」より)

事業の要件  
農業振興地域内の集落  
受益戸数20戸以上

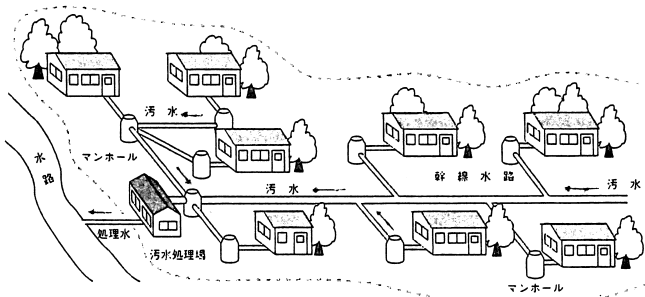


図-1 農業集落排水事業概念図

## (2) 実験事業の概要

「自然水質浄化機能活用実験事業」の概要<sup>1)</sup>を以下に示す。

### 1) 事業内容

自然水質浄化施設の整備：植生を配した池・放流水路、土壌水質浄化施設、処理水を排出するため池・水路等への植生配置等自然水質浄化機能を活用した水質浄化施設を整備。

自然水質浄化機能の検証：整備された水質浄化施設において気象条件、地域特性、植生の構成等を考慮した実証試験を実施。

2) 採択期間：平成12年度まで(実験期間5ヶ年)

3) 実施地区数：採択期間において15地区(農業集落排水事業実施地区)を採択

この事業では、植生を配した水路、池など、自然生態系の持つ水質浄化機能を活用した処理システムを導入するため、実験施設の整備を行うとともに、今後の農業集落排水施設の整備に向け適用の可能性について検証を行うものである。

## 3. 地域特性と課題

### (1) 実験事業予定地付近の現況

実験事業予定地である田尻・杉谷処理区は、図-2に示すように、長崎県北高来郡森山町の東部に位置している。

予定地は、アクアリフレッシュセンター田尻・杉谷(田尻・杉谷処理場)に隣接した梅野公園広場内にあり、公民館が併設され、道路や駐車場等の整備が進められており、住民のふれあいの場となっている(写真-1)。予定地の周辺には水田地帯が広がっており、背後地は丘陵となっている。

実験事業の下流域は、排水路及び流入先の諫早干拓地の調整池となっている。調整池は閉鎖性水域であり、窒素・リンの抑制が求められている。



図-2 実験事業予定地位置図



写真-1 予定地の状況

**(2) 農業集落排水施設の概要及び処理水質**

森山町における農業集落排水事業は平成5年度に採択され、田尻・杉谷処理区では平成10年4月に供用が開始されている(写真-2)。

処理方式は、窒素の除去率が高く、リンの除去も可能な方式としてJARUS-XI型(回分式活性汚泥方式)を採用している。農業集落排水施設の計画水質を表-1に示す。



写真-2 農業集落排水施設(田尻・杉谷処理場)

表-1 計画水質

項目	計画流入汚水	計画放流水質	除去率
生物化学的酸素要求量(BOD)	200mg /	20mg /	90%
浮遊物質(SS)	200mg /	50mg /	75%
全窒素(T-N)	43mg /	15mg /	65%

**(3) 技術的課題**

本業務の実施に際して、技術的課題となったのは、概ね次のような事項である。

- 一定の水質浄化効果が確保可能な手法の決定
- 浄化効果の発揮できる規模決定(滞留時間等の確保)
- 公園内における望ましい景観等の配慮
- 維持管理を含めた実験計画の作成
- 水理面、構造面、経済性を考慮した施設設計

**4. 施設計画・設計概要**

**(1) 施設整備方針**

**1) 整備のコンセプト**

田尻・杉谷処理区における実験事業は、下流水域が諫早干拓地調整池となっており、事業予定地が水田地帯に隣接した広場内に位置していることから、整備にあたり、以下のようなコンセプトを定めた。

**実験事業のコンセプト(田尻・杉谷処理区)**

浅い自然池等により、窒素、リンの除去を図る。  
住民に親しまれる施設や植物とする。

**2) 計画対象流量・水質**

計画対象流量については、将来計画処理水量630m<sup>3</sup>/dayに対して、現在の処理水全流量は日最大値で190m<sup>3</sup>/day、平均91m<sup>3</sup>/day(平成10年度実績)となっており、今後増加する見込みである。

本施設における計画対象流量は、上記の日平均値に余裕を見込んで設定し、また、計画対象水質は、平成10年度の実績値を用いるものとして、以下のように設定した。

**計画対象流量**

95m<sup>3</sup>/day (= 3.96m<sup>3</sup>/hr = 0.066m<sup>3</sup>/min)

**計画対象水質**

T-N = 5.0mg / 、 T-P = 2.0mg /

なお、後述のヨシ等による水生植物利用法によりT-N(全窒素)、T-P(全リン)の除去率は50%程度が見込まれるため、実験施設により、T-N = 2.5mg / 程度、T-P = 1.0mg / 程度に改善されることが期待される。

**3) 施設整備方針**

本施設においては、窒素・リンの削減を図るとともに、住民に親しまれる施設や植物を導入することが求められている。このため、施設整備方針は、これらの要請を満足するため、施設をメイン施設と周辺施設に区分するものとして、表-2のように設定する。

表-2 施設整備方針

名称	概要	維持管理の見通し	解析上の具体的検討事項
メイン施設	T-N、T-Pの確実な除去を図ることを目的として、浅い池状の水生植物帯を設ける。	基本的には自治体が年に数回の管理を行う。刈り取った植物は農業用資材(汚泥と混合した堆肥等)として活用する。	T-N、T-Pの除去効果の把握・植物生育、吸収量の把握・維持管理性及び維持管理コスト等
周辺施設	下流側の水路等に、住民に親しまれるような花の咲く水生植物を導入する。	基本的には住民による管理を目指す。	住民の参加手法等

**(2) 浄化手法の決定**

**1) 浄化手法決定上のポイント**

自然水質浄化機能を活用した浄化手法については、実験事業では明確な定義が確定していない状況にあった。

このため、ここでは各種水質改善対策の中でもエネルギーを余り必要としない手法に着目すれば、薄層流法、河床

形態変更法、水生植物利用法、曝気法(堰等による落下)酸化池法等が抽出できる。

これらの自然水質浄化機能は多様であり、以下のような点が重要となる。

水域の条件に適していること  
ある程度効果が得られること  
経済的であること 等

## 2) 浄化手法の決定

このようなポイントを踏まえて評価を行った結果、本実験施設で採用する主な手法としては、メイン施設において、T-N、T-Pの定量的な除去を図る上で効果的な「水生植物利用法」を採用する。

一方、周辺施設となるメイン施設上流の調整池や下流水路においては、定量的な除去は目指さず、プラス として、水生植物利用法(花の咲くような水生植物を導入)や河床形態変更法を採用する。

## (3) 水生植物の選定

### 1) 水生植物の概要

水生植物利用法は、図 - 3 に示すような湖岸帯に自生するヨシ・マコモ等の抽水植物を利用するもの、アサザ、ホテイアオイ等の浮葉植物・浮水植物を利用するもの、クロモ等の沈水植物を利用するものの3種類に大別できる。

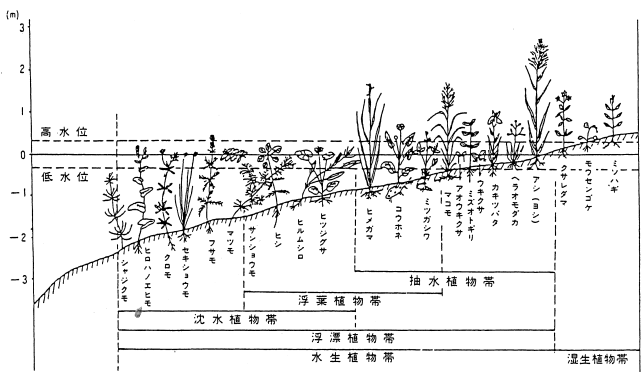


図 - 3 水辺の植生・分布模式図<sup>2)</sup>

### 2) メイン施設における水生植物の選定

メイン施設において用いる水生植物については、ヨシ等を用いた浄化手法が概ね確立しており、ヨシを選定する。T-N、T-P除去率50%程度を確保するために必要なヨシ栽培帯の設計条件としては、図 - 4 より滞留時間5時間、水深10cmとする。

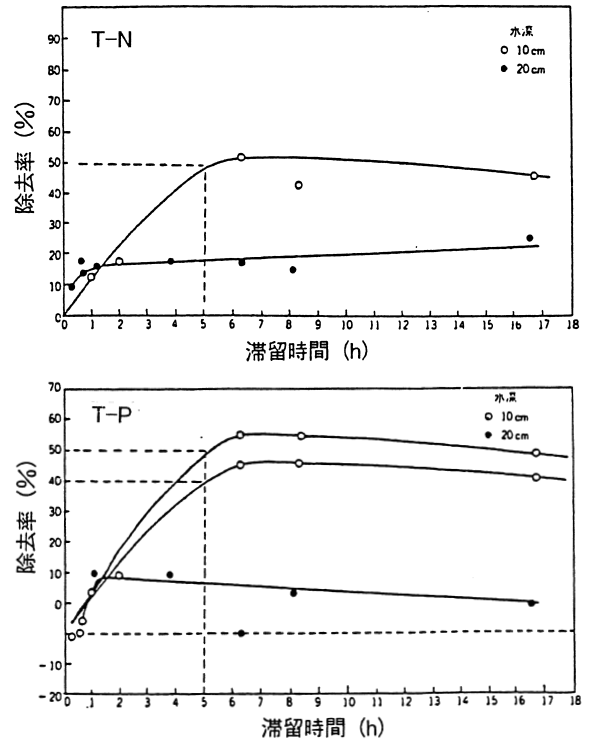


図 - 4 実滞留時間と除去率<sup>3)</sup>

## (4) 施設計画・設計概要

以上により、ヨシ栽培帯の池容量Vは、計画対象流量 $Q = 3.96\text{m}^3/\text{hr}$ 、滞留時間5時間より、 $V = Q \times T = 3.96 \times 5 = 19.8 \sim 20.0\text{m}^3$ となり、面積は、設計水深0.10mより、 $200.0\text{m}^2$ となる。

施設計画・設計については、1日4回ポンプ放流される処理水を一時的に貯留して連続的な流れを作り出す調整池を含めて施設規模を決定し、自然流下が可能となるような水理検討を行った上で、導入する植物の種類、配置等を含めて基本諸元を決定し、実施設計を取りまとめている。実験施設の全体平面図を図 - 5 に示す。

## (5) 実験計画

### 1) 実験により解析する具体的検討項目

本事業に関しては、全国的な解析を行うための共通実験計画が提示されている。この計画を考慮して設定した田尻・杉谷処理区での実験により解析する具体的検討事項を以下に示す。

T-N、T-Pの浄化能力の検証(流入水・流出水等)  
施設の面積、処理流量と浄化能力との関係の把握  
処理性能となる水質項目と浄化能力との関係の把握  
気象と浄化能力との関係の把握  
植物生育、吸収量の把握  
維持管理性及び維持管理コストの把握 等

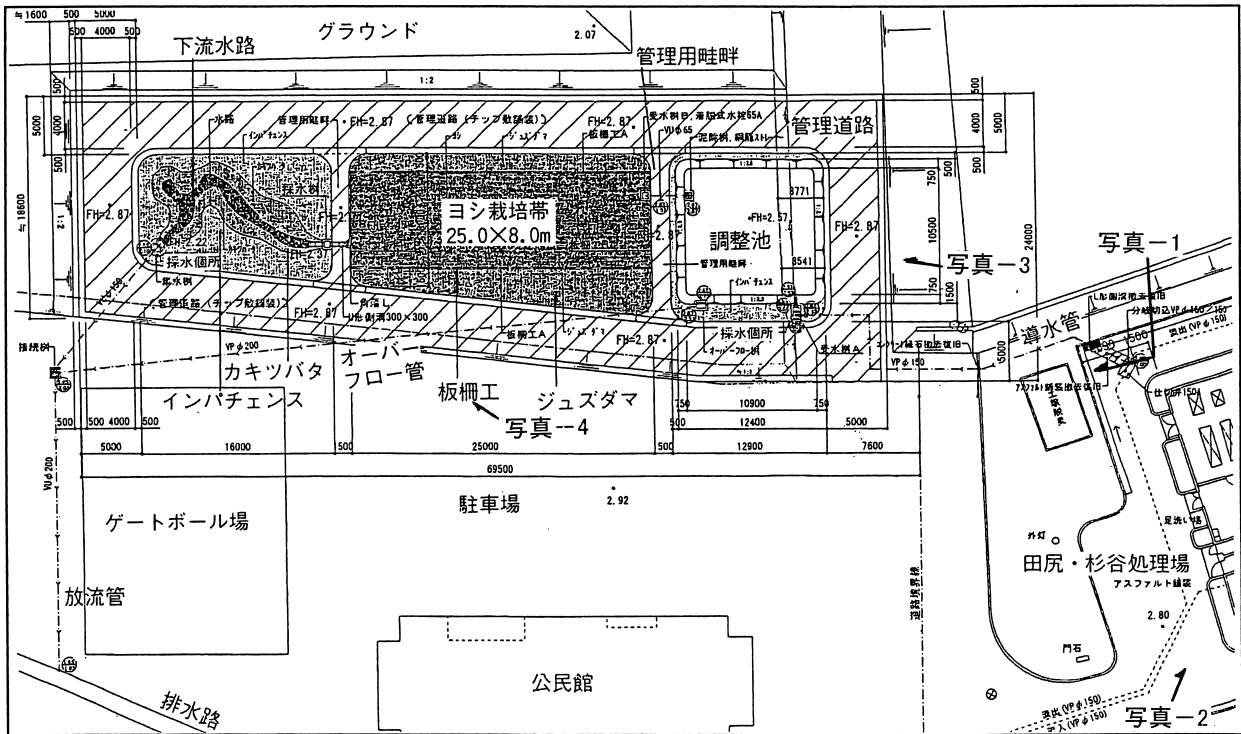


図 - 5 全体平面図

2) 実験計画

この共通実験計画と整合を図りつつ、実施する実験内容を表 - 3 にかかげた。

3) 維持管理計画

維持管理計画は、実験施設を効率的に運営し、その機能を十分に発揮させるため、関係機関や地元住民による維持管理体制について定めている。また、水生植物の植え付け、株分け、刈り取り、搬出等に関する維持管理方法についても提示している。

表 - 3 実験内容の概要

調査項目	調査頻度	調査箇所
T-N、T-P、pH、EC	1回/週	最低2地点
NO <sub>3</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NH <sub>4</sub> -N、PO <sub>4</sub> -P、BOD、SS、COD、DO	1回/2週	最低2地点
気温、天気	採水時	1地点
降雨量	常時	1地点※
水温、水量測定	採水時	最低2地点
微生物調査	適宜	適宜
植物生長測定	1回/週(4~10月)、月1回(11~3月)	植物種ごと
植物体窒素・リン含有量測定、施設内の植物バイオマス(新鮮重量、乾燥重量)測定	1回/収穫期または年	植物種ごと
維持管理作業記録、コストに係る調査	適宜	適宜

5. 施設施工状況と今後の課題

(1) 施設施工状況

本業務の成果に基づく施設の施工は、平成12年6月に完了し(写真 - 3 ~ 4)、実験が開始されている。



写真 - 3 施工直後の施設の全景



写真 - 4 導入植生の状況

## (2) 実験における課題

本業務で導入した水生植物利用法は、自然水質浄化機能を活用した浄化手法の中では効果が比較的安定しているとされているが、効果的な運用には水量に対応した滞留時間と面積を確保することが最も重要である。

しかしながら、冬季の浄化効果については、浅い池のため、ある程度の沈殿作用による汚濁負荷の除去は期待できるものの、夏季のような除去率は得られない。このため、今後の実験においては、冬季の効果の検証とともに、冬季でもある程度浄化効果を発揮する植物の導入が課題と考えられる。

## 6. おわりに

### (1) 水質浄化手法の基本的な問題点

わが国における今日の公共用水域の水質問題は、生活様式や産業構造の変化等に伴って、生活系や産業系排水の汚濁負荷が増大したことに起因するものである。

このような水質問題に対し、下水道や農業集落排水施設により汚濁負荷が排除されることで、これまで一定の効果が得られているところである。

しかしながら、これらの建設及び維持にかかる国や自治体の財政上の負担は深刻な問題となっている。また、「自らの雑排水や排泄物を迅速かつ跡形もなく遠ざけ、衛生や清潔感を満足させる一方で、自らが環境負荷の原因者であるという認識を遠ざけた」<sup>4)</sup>ことも否定できない。

### (2) 自然浄化手法の可能性

一方、水生植物利用法は、水生植物の有する自然水質浄化機能を活かした「自然浄化手法」のひとつである植生浄化法として開発が進められてきた。

自然浄化手法は、下水処理場や農業集落排水施設等の水処理施設と比較して一定の面積が必要となる。しかしながら、この方法は、エネルギーを余り必要とせず、維持管理が比較的容易な開放型システムであるという特徴を持っている。刈り取った植物は、水中から窒素、リン等の栄養塩

類を吸収した貴重な資源として再利用が可能であり、環境への負荷の少ない循環型社会の形成に資するものと期待される。さらに、開放型システムのため、地域住民の環境負荷に対する意識を保持し、高めていく可能性も有している。

農地等からの面的な負荷や栄養塩類の除去を考えると、流域内の遊水池や休耕田等を活用した自然浄化手法は、今後さらに注目されるようになるものと予想される。

### (3) 今後の展望

今後、公共用水域における水質浄化を進めていく上では、「自然浄化手法も含め、施設の環境に対する総合的負荷削減(水質を除去するためにCO<sub>2</sub>をたくさん出したのでは環境対策とはいえないというような意味)や、施設のサステイナビリティが今後の課題」<sup>5)</sup>と考えられる。

また、自然浄化手法の中でも、水生植物利用法を各地域に適用する上では、まず、地域特性に応じた導入植物の選定や、適正な滞留時間の検証等が必要である。さらに、栽培、刈り取り、堆肥化、農地への還元等の各段階において、地域固有の営農形態や、住民の参加を考慮した維持管理手法を確立していくことを通じて、21世紀の循環型社会の形成に寄与していくことが期待される。

**謝辞:**最後に、本業務の実施にあたり、御指導、御協力をいただいた、自然水質浄化機能活用実験事業長崎県連絡会の関係各位及び長崎県北高来郡森山町の担当各位に厚く御礼申し上げる次第である。

### 参考文献

- 1) 農林水産省：自然水質浄化機能活用実験事業の創設、季刊集落排水、pp.5、1998.3
- 2) 植木邦和編：水草の科学、研成社、1984.10
- 3) 建設省河川局監修：霞ヶ浦の自然を生かした植生浄化施設、日本河川水質年鑑、1990
- 4) 建設省編：平成11年度建設白書、pp.96、1999.8
- 5) 島谷幸宏：直接浄化を中心とした河川水質の改善手法の開発動向と今後の課題、用水と排水、1998.1