

農業集落排水施設の処理水の かんがい利用に関する手引き（案）

平成 29 年 3 月

農林水産省農村振興局整備部地域整備課

はじめに

農業集落排水施設は、農業用水の水質保全や農村生活環境の改善を図るため、農村の特性に適した小規模分散型の汚水処理施設を整備する事業として、昭和 58 年度に制度化された農業集落排水事業により農業振興地域で整備が進められている。農業集落排水施設の整備により、農業用水の水質保全や農村生活環境の改善を図るとともに、農業集落排水施設から発生する汚泥や処理水の循環利用を推進している。

農業集落排水施設の処理水は、直接あるいは農業用排水路を通じて河川等の公共用水域に放流され、その多くは下流域で農業その他に利用されているが、日々発生するし尿や生活雑排水等を対象としている農業集落排水施設の処理水は、季節や気象条件に大きく左右されることのない安定した水源であると考えられる。

本手引き（案）は、国際標準化機構（以下「ISO（International Organization for Standardization）」という。）において、下水処理水のかんがい利用に向けた検討が進められ、平成 27 年 7 月に第 1 部が、平成 27 年 8 月に第 2 部と第 3 部が、そして平成 28 年 12 月に第 4 部が発行された「下水処理水のかんがい利用プロジェクトに関するガイドライン（ISO 16075）」の内容を参考にしながら、我が国の気候・風土、水利用状況及び農業集落排水施設の特性を踏まえつつ、汚水処理水の直接かんがい利用にも対応できる形で取りまとめている。

本手引き（案）が、農業集落排水施設の処理水のかんがい利用の普及に役立ち、処理水の循環利用の一環として、農業集落排水施設に関わる関係各位に積極的に活用されることを期待している。

なお、この手引き（案）の作成にあたり、ご指導を頂きました農業集落排水施設国際規格適用検討調査委員会等の関係各位に厚く御礼申し上げます。

平成 29 年 3 月

農業集落排水施設国際規格適用検討調査委員会

	氏 名	所 属
委員長	中曽根 英雄	茨城大学 農学部 名誉教授
委 員	大熊 那夫紀	一般財団法人造水促進センター 常務理事
委 員	濱田 康治	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 企画管理部 企画連携室 企画チーム長
委 員	治多 伸介	愛媛大学大学院 農学研究科 生物環境学科 水環境再生科学特別コース・地域環境工学コース 水環境再生科学分野・地域環境整備学分野 教授
委 員	宮本 輝仁	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 農地基盤工学研究領域 畑整備ユニット ユニット長

目 次

ページ

第1章 手引き（案）の目的等

1. 手引き（案）の目的	1
2. 手引き（案）の対象	2
3. 用語の定義	4
4. 手引き（案）の構成	8

第2章 処理水をかんがい利用するに当たり検討すべき事項

1. 基本的な考え方	9
2. 塩分への対応について	11
3. 栄養塩類（窒素・リン）の利用について	15
4. 微生物への対応について	17

第3章 作物とかんがい手法に応じた処理水質の考え方

1. 農業集落排水施設の処理水の水質	19
2. 農業集落排水施設の処理水質とISOガイドライン	24
3. 作物やかんがい手法に応じた水質の考え方	27
(1) 水田かんがい	29
(2) 畑地かんがい	33

第4章 処理水を利用するかんがい施設と留意事項

1. かんがい施設の構成	35
(1) 貯水施設の必要性	35
(2) ポンプによる圧送の必要性	36
2. 貯水施設	37
(1) オープン形式	37
(2) クローズ形式	38
3. ポンプ施設および用水路	39
4. 末端かんがい施設	40
5. 設計上の留意事項	43
6. 維持管理上の留意事項	44

第5章 処理水をかんがい利用する場合のモニタリング

1. 農業集落排水施設の処理水質のモニタリング	45
(1) 監視項目と監視頻度	46
(2) 試料の採取方法	48
(3) 現場測定における留意事項	49

(4) 浄化槽法上の法定検査	5 0
1	
2. その他のモニタリング	5 2
(1) かんがい水のモニタリング	5 2
(2) 農作業従事者の健康管理やかんがい農作物のモニタリング	5 3
(3) 周辺環境のモニタリング	5 4
(4) 留意点	5 4
参考資料1 ISO ガイドラインの概要	5 5
(1) 全体概要	5 5
(2) 「第1部 かんがいへの再利用プロジェクトのための基礎」	5 6
(3) 「第2部 プロジェクトの開発」	5 7
(4) 「第3部 かんがいへの再利用プロジェクトの構成要素」	5 9
(5) 「第4部 モニタリング」	6 1
参考資料2 農業集落排水施設の計画処理水質	6 2

第1章 手引き（案）の目的等

1. 手引き（案）の目的

本手引き（案）は、農業集落排水施設の処理水（以下「処理水」という。）をかんがい利用するに当たって、より適切な形で利用する手法等について記述したものである。

処理水のかんがい利用の促進を図るため、処理水を利用するに当たっての考え方や対応方法並びに留意事項を、以下の項目について取りまとめている。

- ・ 処理水をかんがい利用するに当たり検討すべき事項
- ・ 作物とかんがい手法に応じた処理水質の考え方
- ・ 処理水を利用するためのかんがい施設の留意事項
- ・ 処理水をかんがい利用する場合のモニタリング

なお、取りまとめに際しては、国際標準化機構（ISO（International Organization for Standardization））の「下水処理水のかんがい利用プロジェクトに関するガイドライン（ISO 16075）」（以下「ISO ガイドライン」という。）を参考にしている。

【解 説】

農業集落排水施設は、農業用水の水質保全及び農村生活環境の改善を図るため、農村の特性に適した小規模分散型の污水处理施設として、昭和 58 年度に制度化された農業集落排水事業により整備が進められている。

処理水は、直接あるいは農業用排水路を通じて河川等の公共用水域に放流され、その多くは下流域で農業その他に利用されている。処理水は、日々発生するし尿及び生活雑排水等を処理対象としているため、季節及び気象条件に大きく左右されることのない安定した水源であるとも考えられる。

また、農業集落排水の処理対象は、し尿、生活雑排水、農家の作業排水及び「建築物の用途別による屎尿浄化槽の処理対象人員算定基準（JIS A 3302-2000）」による日常生活関連の業務排水（地域内に所在する公共施設、旅館及び商店等の排水等）の汚水である。農業集落排水の流入汚水は、重金属類等の有害物質を含むおそれがある工場排水及び温泉水等を処理対象としていないため、一般的に処理水は農作物の生育に影響を及ぼしかねない重金属類等の有害物質の影響は小さいと考えられる。

このように、処理水は、季節及び気象に影響されことなく水量が安定している上、重金属類等の有害物質のリスク（人の健康、農作物、環境）が小さい水質であることから、かんがい用水として利用可能な水源としての条件を備えている。

一方、平成 21 年 7 月より、国際標準化機構（以下「ISO（International Organization for Standardization）」という。）において、下水処理水のかんがい利用に向けた専門委員会が設置され ISO ガイドラインの策定に向けた検討が進められ、4 部構成となる ISO ガイドラインのうち第 1 部が平成 27 年 7 月に、第 2 部と第 3 部が平成 27 年 8 月に、第 4 部が平成 28 年 12 月に国際ガイドラインとして発行された。ISO で発行される国際規格は要求（Requirements）、仕様（Specifications）、ガイドライン（Guidelines）及び特性（Characteristics）の 4 種類に分類され、ガイドラインは強制力を持たない指針である。また、ISO ガイドラインは、日本国内における処理水のかんがい利用に関して、ガイドラインの内容を満たすことで何らかの認証に繋がることを意図したものではない。

ISO ガイドラインは、世界の様々な地域において都市下水道を含む広範囲な下水処理水を使ってかんがい利用する事業を対象としており、気候及び土壌並びにその国の地域特性等を考慮した上で活用するものとなっている。そのため、ISO ガイドラインでは、水田かんがいに関する記述が不十分である、衛生環境が大きく異なる地域も対象にしている等、日本国内の実態に合致しない部分があるので注意が必要である。

本手引き（案）は、農業集落排水施設の処理水のかんがい利用の促進を目的として、ISO ガイドラインの内容を参考にしながら、環境や農作物の安全性等に配慮しつつ、処理水の直接かんがい利用にも対応できる形で以下の項目について取りまとめている。

- ・ 処理水のかんがい利用するに当たり検討すべき事項
- ・ 作物とかんがい手法に応じた処理水質の考え方
- ・ 処理水を利用するためのかんがい施設の留意事項
- ・ 処理水のかんがい利用する場合のモニタリング

なお、本手引き（案）では、できるだけ具体的な内容を盛り込んでいるが、実際のかんがい利用に当たっては、地域の特性及び利用状況等の各種の条件を踏まえつつ詳細な検討を行うことが望まれる。

2. 手引き（案）の対象

本手引き（案）は、農業集落排水施設の処理水のみを対象としており、主に公共用水域に出る前に直接利用又はそれに近い形態で処理水をかんがい利用する水田及び畑地等を対象としている。

本手引き（案）は、農業集落排水施設を管理している市町村等を対象としており、市町村等の管理者が直接利用又はそれに近い形態で処理水をかんがい利用している農家に対して助言を行う際の参考となるよう取りまとめたものである。

【解 説】

本手引き（案）は、農業集落排水施設の処理水のみを対象としている。処理水をかんがい利用する形態は、水田については主に間接利用の形態で、畑地及び一部の水田は直接利用又はそれに近い形態で利用しているが、本手引き（案）は主に公共用水域に出る前に直接利用又はそれに近い形態で処理水をかんがい利用する水田及び畑地等を対象としている。

処理水の多くは公共用水域において希釈された間接利用の形態でかんがい利用される事例が多いが、特に水源の乏しい地域では直接利用又はそれに近い形態でかんがい利用される事例もある。間接利用に比べて農作物、人の健康及び環境への影響度合いが大きいことが想定される直接利用又はそれに近い利用形態を中心に、ISOガイドラインに示された内容を参考に、農作物、人の健康及び環境への影響に対応し、より安全な形で処理水をかんがい利用する手法等について記述している。

ISOガイドラインでは下水処理水の対象を都市下水道の処理水も含んだ広範囲なものとしており、その利用方法も農業利用だけでなく、公園、スポーツフィールド、ゴルフコース、墓地等を含む公共及び民間の庭園、景観地域、さらには私有の庭園のかんがいまでを含めたものとなっている。農業集落排水施設の処理水のかんがい利用にISOガイドラインの内容を活用するに当たっては、ISOガイドラインの対象及び利用方法が農業集落排水処理施設の処理水と必ずしも一致しないこと、また、農業集落排水施設ではISOガイドラインが想定していない処理方式も利用されていることを考慮し、より安全な形で処理水をかんがい利用する手法として本手引き（案）を活用し、それにより処理水のかんがい利用がさらに促進されることが望ましい。

処理水のさらなる有効活用を図るには、農業集落排水施設を管理している市町村等の管理者が、処理水をかんがい利用する農家に対して、適切な助言を行うことが望ましい。

本手引き（案）は、農業集落排水施設を管理している市町村等の管理者を対象としており、管理者が直接利用又はそれに近い形態で処理水をかんがい利用している農家に対して助言を行う際に、また管理者が処理水の有効活用を図る手法としてかんがい利用の計画書等を作成する際に、参考となるよう取りまとめたものである。

3. 用語の定義

本手引き（案）で用いている主な用語は、次のとおりである。		
農業集落排水施設	管理者	都市下水道
流入汚水	下水	処理水
下水処理水	環境水	かんがい水
公共用水域	間接利用	直接利用
塩分	塩化物イオン	塩類
栄養塩類	糞便性大腸菌群	スレーキング
生物反応槽	生物膜法	浮遊生物法
消毒	滅菌	残留塩素
リスク	バリア	生食用作物
加工用作物	非食用作物	易分解性有機物

【解 説】

本手引き（案）で用いる主な用語の定義は、表-1.3-1 のとおりである。

表-1.3-1 本手引き（案）で用いる主な用語の定義

用 語	説 明
農業集落排水施設	農業集落排水事業によって、整備される農業集落排水施設（広義）は汚水処理施設、管路施設及び雨水排水施設により構成される。手引き（案）の農業集落排水施設（狭義）は、汚水処理施設と管路施設を指す。なお、単に施設という場合は、狭義の農業集落排水施設を指す。
管理者	農業集落排水施設を管理している市町村等の関係部門の担当者を指している。
都市下水道	下水道法上の下水道を指し、公共下水道（狭義）、流域下水道、都市下水路、特定環境保全公共下水道、特定公共下水道がある。
流入汚水	農業集落排水施設の汚水処理施設に流入し、処理する汚水を指す。流入汚水は、し尿、生活雑排水、農家の作業排水等を対象としており、重金属類等の有害物質を含むおそれがある工場排水、温泉水等は含まない。
下水	主に地方自治体によって集められた、一般家庭や企業等の事務所、店舗等の商業施設、工場等の工業施設の排水であり、合流式

	では雨水も含む。
処理水	農業集落排水施設の污水处理施設で処理した放流水を指す。
下水処理水	主に地方公共団体によって集められた一般家庭、企業等の会社組織、店舗等の商業施設及び工場等の工業施設からの排水（合流式は雨水を含む）を下水処理場で処理した放流水を指す。 ISO ガイドラインの下水処理水は、主に都市下水道（鉱業排水を含む）の処理水である。
環境水	河川水や湖沼水、地表面水、地下水、雨水等の周辺環境に存在する水の総称。
かんがい水	水田や畑地等の農地や農業施設に導入する水をいう。
公共用水域	公共用水域とは、水質汚濁防止法（第 2 条第 1 号）によって定められる、公共利用のための水域や水路のことをいう。河川、湖沼、港湾、沿岸海域その他公共の用に供される水域及びこれに接続する公共溝渠、かんがい用水路その他公共の用に供される水路を指す。ただし、下水道法第 2 条第 2 号 及び第 4 号 に規定する公共下水道及び流域下水道であって、同条第 6 号 に規定する終末処理場を設置しているもの（その流域下水道に接続する公共下水道を含む。）を除く。
間接利用	処理水を農業集落排水施設から直接公共用水域に放流し、公共用水域で十分希釈された状態でかんがい水として利用する形態。
直接利用	処理水を農業集落排水施設から専用のパイプラインあるいは管水路等によってかんがい専用の貯水施設や農地に送水し、雨水や表面流出水等による希釈がほとんどない状態でかんがい水として利用する形態。
塩分	一般には塩化ナトリウム（NaCl）のことを指している。ただし、塩分濃度というとき、塩化ナトリウムだけでなく、硫酸マグネシウムや硫酸カルシウム、炭酸水素塩等の塩類を含めていることが多い。
塩化物イオン	水中（処理水等）に溶けている塩化物のうち、塩素（塩素イオン： Cl^- ）のことをいう。処理水中の塩化物イオンの大部分は、塩化ナトリウムに由来する。
塩類	塩化ナトリウム、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム等の総称である。 塩類集積とは、かんがい水や土壌中の塩類（塩分ともいう。）が水の蒸発によって土壌表面に集積することである。
栄養塩類	炭素や水素、酸素以外の、無機塩類（植物の生命を維持する栄養分として不可欠な物質）として存在する窒素やリン、カリウム、

	ケイ素等の主要元素とマンガン等の微量元素のこと。 処理水では、主に窒素とリンのことを指す。
糞便性大腸菌群	糞便性大腸菌群は、培養温度 44.5℃で行う培養試験で検出される細菌（大腸菌）のことである。培養温度が 36℃のときに検出される大腸菌群には、大腸菌以外の土壌・植物など自然界に由来する菌種も多く含まれるが、糞便性大腸菌群は糞便由来の細菌とほぼみなすことができる。
スレーキング	土壌等の塊状の物質が、乾燥、吸水（湿潤）を繰り返すことにより、細かくばらばらに崩壊する現象をいう。
生物反応槽	流入汚水量と微生物量、酸素供給量を調整し、一定時間接触攪拌させながら有機物や栄養塩類を分解除去する処理水槽。
生物膜法	生物反応槽内に微生物を棲息させる場所（接触ろ材）を設けて、酸素を散気装置で供給しながら、有機物や栄養塩類を分解除去する処理方式。浮遊生物法と比較し汚泥の生成量は少ない。
浮遊生物法	生物反応槽内に活性汚泥という微生物の集合体（直径が数十～数百 μm）を保持し、散気装置や攪拌装置で活性汚泥を混合させながら、有機物や栄養塩類を分解除去する処理方式。生物膜法と比較し微生物量を多く保持できるが、汚泥の生成量が多い。
消毒	処理水あるいはかんがい水に残存する病原性のある微生物（主に細菌類）を、それらを使用しても害にならない程度まで減少させること。
滅菌	有害・無害を問わず、処理水やかんがい水に残存する微生物（ウイルスも含む）を死滅あるいは除去すること。
残留塩素	殺菌効力のある塩素系薬剤を有効塩素といい、殺菌作用や分解反応の後になお水中に残留している有効塩素を残留塩素という。残留塩素には、遊離残留塩素と結合残留塩素の2種類があり、遊離残留塩素の殺菌効力は、結合残留塩素の数倍～数十倍である。”水道水の塩素”というときは、通常、残留塩素のことをいい、塩化ナトリウムが水に溶けた塩化物イオン (Cl^-)等は、殺菌効力がないため残留塩素ではない。
リスク	処理水や下水処理水をかんがい用水として利用するに当たって、一般に認識されている「人の健康」や「農作物」、「環境」に対する影響あるいは危険性
バリア	ISO ガイドラインで使用されている用語の一つである。 処理水をかんがい用水として利用するに当たって、留意が必要な人の健康や農作物、環境に対するリスク（影響あるいは危険性）を軽減する方法である。

	バリアの種類には点数が付いており、かんがい手法やかんがい作物によって必要なバリア（方策）の数が異なっている。また、水質（カテゴリー）によってかんがい利用のリスクが異なる下水処理水にも、かんがい作物によって必要となるバリア数が付いている。バリア数に見合うバリアの種類を組み合わせることで、リスクに対する対応の検討ができる。
生食用作物	調理せずに、生のまま食する農作物をいう。
加工用作物	加熱処理等による調理や加工を行ってから食する農作物をいう。
非食用作物	牧草や飼料、観賞植物、種子、芝生等のような食糧でない農作物
易分解性有機物	微生物によって容易に分解される有機物のことをいい、緩効性の窒素やリンを含み、土壌への養分供給効果が大きい。土壌中の易分解性有機物は窒素の供給源であり、風乾後に水分の供給（乾土効果）や温度の上昇等によって無機化する。 易分解性有機物は、土壌微生物による分解が速いため多量に施用すると、微生物による窒素や酸素の消費が原因で窒素飢餓や作物根の呼吸障害を起こす原因になる。

4. 手引き（案）の構成

本手引き（案）は、 ・ 処理水をかんがい利用するに当たり検討すべき事項 ・ 作物とかんがい手法に応じた処理水質の考え方 ・ 処理水を利用するかんがい施設と留意事項 ・ 処理水をかんがい利用する場合のモニタリング の4項目で構成している。

【解 説】

本手引き（案）では、ISO ガイドラインの内容と比較等が容易に行えるよう、ISO ガイドラインの4部構成に準じた4項目で構成させている。

本手引き（案）と ISO ガイドラインの内容を表-1.4-1 に示す。

表-1.4-1 本手引き（案）と ISO ガイドラインの内容

本手引き（案）	ISO ガイドライン
「第2章 処理水をかんがい利用するに当たり検討すべき事項」 処理水をかんがい利用するに当たり検討すべき基本的な事項（塩分、栄養塩類、微生物）及び対応	「第1部 かんがいへの再利用プロジェクトのための基礎」 下水処理水を利用するかんがいプロジェクトの開発及び実施に関する基礎的な内容
「第3章 作物とかんがい手法に応じた処理水質の考え方」 処理水質と ISO ガイドラインに記載された手法及び作物と利用状況に応じた処理水質の考え方	「第2部 プロジェクトの開発」 下水処理水を利用するかんがいプロジェクトにおける作物、農業従事者及び公衆衛生に対するリスク回避に関する設計の判断基準
「第4章 処理水を利用するかんがい施設と留意事項」 処理水を利用するためのかんがい施設の構成及び設計・維持管理上の留意事項	「第3部 かんがいへの再利用プロジェクトの構成要素」 下水処理水をかんがいシステムで利用するに当たって必要とされるシステムの構成要素
「第5章 処理水をかんがい利用する場合のモニタリング」 処理水を水田及び畑地のかんがい水として利用する場合のモニタリング方法	「第4部 モニタリング」 下水処理水をかんがい水として利用するプロジェクトにおけるモニタリング方法

第2章 処理水をかんがい利用するに当たり検討すべき事項

1. 基本的な考え方

処理水をかんがい利用するに当たっては、水質、農作物並びに気候及び土壌の地域的条件を考慮する必要がある。さらに、水中の病原体による疾患を避けるため、処理水の塩素消毒やかんがい用水の散水方法を工夫する等、農作業に従事する人及びかんがいする農作物の衛生面に留意する必要がある。

特に、塩分、栄養塩類（窒素、リン）及び微生物については、そのリスク（人の健康、農作物、環境）について十分に留意する必要がある。

【解 説】

処理水を安全かつ効果的にかんがい利用するに当たっては、処理水の水質が重要な要素となる。処理水によって供給される物質（栄養塩類、微量元素（重金属類等）、微生物）の土壌中の挙動は、土壌の条件、農作物、気象条件により大きな影響を受けることから、かんがい利用に当たっては、これらを十分に考慮する必要がある。また、地域の気候条件は、微生物の増殖等にも影響を及ぼすことから、かんがい利用を計画するに当たってはこれらの特性を踏まえ、衛生状態に配慮した計画にする必要がある。

農業集落排水施設は、し尿及び生活雑排水を主とする生活排水が流入污水なので、その処理水には微量元素（重金属類等）等の有害物質が含まれる可能性は低いが、かんがい利用するに当たっては、土壌及び農作物等にリスクを与える要素である塩分、栄養塩類及び微生物について留意する必要がある。

ただし、地域の地質的特性や流入污水の性状及び化学的処理（凝集剤の添加等）等の過程から、重金属類、フッ素及びホウ素等の微量元素等の有害物質の混入が想定される場合並びに地下水汚染（硝酸イオン）の懸念がある場合は、これらについても留意することが必要である。特に、硝酸イオン等のように土壌に吸着されず溶出しやすい非吸着性物質は、地下水汚染を引き起こす恐れがあるので注意が必要である。

ISO ガイドラインでは、土壌と関連が密接なリスクの基本概念が表-2.1-1 で示されている。このうちホウ素に関しては、し尿、生活雑排水及び農家の作業排水等を対象とする農業集落排水施設の流入污水には重金属類等の有害物質を含むおそれがある工場排水や温泉水等は含まれていないこと、また、主に河川水等を上水の水源としている我が国では、海水に由来するホウ素は一般に流入污水に含まれていないことから、海水淡水化により上水を供給している地域以外ではホウ素について特段の配慮をする必要はないと考えられる。

表-2.1-1 土壌に密接なリスクの基本概念

(Schacht他、2011年を修正)

リスク	基準	土壌中の挙動に影響する土壌指標
無機汚染物質の移動性(吸着)	無機汚染物質(重金属類等)の緩衝能力(吸着)	土性、有機物、pH
上部土壌層のスレーキング	上部の土壌層のスレーキング	土性、有機物
土壌の塩類集積	土壌の塩類集積	土性、密度、根域の深度、土壌深度、ほ場の能力、飽和透水係数、溶出率
ホウ素の移動性	ホウ素の緩衝能力	土性、有機物、pH
地下水汚染	吸着しない物質の緩衝能力(例えば硝酸塩)	土性、有機物、pH
リンの蓄積と移動性	土壌中のリンの蓄積や溶出	粘土質、鉱物、酸化物、有機物、pH

出典) ISO 16075-1、Table A.2

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

注意) 一般的に、湿気の多い地域や気温の高い地域の酸性土壌では、重金属類の移動性が高いことが予想される。

なお、処理水は、定期的に残留塩素の測定や大腸菌群数の分析を実施し塩素消毒の効果を確認しているが、全ての菌を死滅させる滅菌とは異なる処理のため、長期間貯留された処理水をかんがい利用する場合には、かんがい用水の散水方法を工夫する等、農業に従事する人及び栽培する農作物の衛生面に留意することが必要である。

2. 塩分への対応について

高濃度の塩分は作物の生育を阻害（浸透圧ストレス、イオンストレス等）するため、塩化物イオン濃度が高い処理水を使用する場合は、生育阻害が作物に認められないか注意することが必要である。

土壌中の塩分濃度が高い地域等では、土壌の特性や施肥量に留意したかんがい手法等を工夫するなど、塩分の削減について検討することが必要である。

【解 説】

処理水をかんがい利用するに当たり、先ず考慮しなければならないことは塩分濃度である。塩分は、作物にとって必須の栄養元素であるが、処理水中の濃度が高くなる等で過剰に摂取すると生育を阻害する。塩分の作物への摂取方法は、かんがい用水の他に土壌、雨水及び肥料があり、摂取濃度に対する作物の感受性は品種、変種及び根茎によって異なる。

農業集落排水施設の流入污水には、平均 60mg/L 程度（30～90mg/L）の塩化物イオン（塩素イオン）が含まれている。塩化物イオンは農業集落排水施設において中心的な処理である生物学的処理では除去できない物質であり、処理水の塩化物イオン濃度は流入污水とほぼ同じである。土壌中の塩分濃度が上昇すると、作物における浸透圧ストレスとイオンストレスが高まり、収量や品質に悪影響をもたらすため、塩化物イオン濃度が高い処理水を使用する場合は、生育阻害が作物に認められないか注意することが必要である。なお、土壌に含まれる塩素イオン濃度を測定することで、土壌中の塩分を把握することができる。

土壌中の塩化ナトリウム（NaCl）が、水稻や野菜等に塩害の影響を与える可能性のある含有量を表-2.2-1 に示す。

表-2.2-1 土壌中の塩化ナトリウム含有量と作物生育

作物		NaCl(mg/100g)	
		塩害の危険性が少ない	塩害が発生
水稻	移植期	<200	300<
	その他の時期	<200	500<
ダイコン、ホウレンソウ、カーネーション		<100	300<
キュウリ、トマト、レタス、キク		<50	200<
イチゴ、ミツバ、ユリ		<25	50<

参考）愛媛県土地作り資料より

注意）NaCl を Cl に換算するには、0.6066 倍、Na に換算するには 0.3934 倍にする。

乾燥気候及び半乾燥地帯気候の地域と比較して、日本では蒸発散量に対する降水量が多く、土壌中の水分の蒸発量も少ないことから、土壌の性状にもよるが、かんがい用水

の蒸発散によって引き起こされる塩分及び重金属類の土壌への蓄積は露地栽培では少ないと考えられる。

日本では、かんがい用水による塩分及び重金属類の土壌への蓄積による農作物への影響は、排水不良が懸念される土壌等の条件下及び施肥量が多い施設園芸等に限られた問題といえるが、土壌の性状及び気象条件等から塩分の蓄積が懸念される地域においては、塩分の土壌への蓄積を防止するため、土壌の性状及び施肥量に留意したかんがいスケジュール並びにかんがい手法等を検討することが必要である。また、かんがい手法の工夫で対応できない場合は、塩分に強い作物の選定や処理水の希釈について検討することも考えられる。

施設園芸では、ガラス温室内やハウス内は降雨が直接掛からないことや高温になりやすい等の環境条件にあるため、水分が蒸発しやすく土壌中の水が下層から表層に移動し塩類集積が起きやすい。そのため、施肥量が多い施設園芸等の土壌では塩分の過剰摂取による生育障害が認められる場合がある。このような塩類集積土壌では、肥料に由来する生理活性の強い **Ca**、**K** 及び **Mg** の硫酸塩並びに硝酸塩等、多様な成分を含むことが多いのが特徴であり、肥料由来の塩類が集積すると、作物の根が障害を受けて養水分を吸収できなくなり、生育不良が発生する。塩類が集積した土壌を除塩し障害を回避する方法としては、塩類が集積した表層土壌を取除いき塩類集積のない土壌で客土する、塩類集積のない下層土壌と深耕・混合する、ハウスの屋根を外してハウス内に降雨を降らす等の手法がある。また、大型のハウス施設では、ハウス内の天井に散水機を設置することやかんがいのチューブを用いることで、多量の水を散水し土壌表層に集積した塩類を地下に浸透させるリーチング（湛水）による除塩の方法もある¹⁾。

一般に塩分濃度は **EC**(電気伝導度)と高い相関関係があり、**EC** により塩分濃度を推定することができる。水田を対象としたかんがい水の水質を示した表-3.3-1 の農業(水稻)用水基準では、**EC** の基準値は **30mS/m** 以下である。一方、畑地作物のかんがい用水に対する塩分濃度の許容限界値を示した表-2.2-2 では、許容限界塩分濃度として電気伝導度と塩分濃度（塩素イオン濃度）が示されており、塩分に敏感な作物の許容限界 **EC** は **70mS/m** 未満となっている。また、作物の生育に影響を及ぼす塩分濃度を **EC** で示した表-2.2-3 では、収量の減少が起き始めるかんがい水中の **EC** は **100mS/m** 以上であり、農業用水基準の **30mS/m** は表-3.3-1～2 の数値に対して十分に安全側の数値となっている。

なお、本手引き（案）の取りまとめに関連し平成 27 年度及び平成 28 年度に農業集落排水処理施設 20 施設を対象に実施した現地調査では、処理水（消毒後）**EC** の最大値は **53.2mS/m**、平均は **43.2mS/m** (**25.3**～**53.2mS/m**) であり、表-3.3-1 の塩分に敏感な作物の許容限界 **EC** を満足する水質である。

表-2.2-2 畑地かんがい用水の主要作物に対する塩分濃度の許容限界

作物群	許容限界塩分濃度		該当する主要畑作物
	電気伝導度 ^{注意)} (mS/m)	塩素濃度 (mg/L・Cl)	
I 塩分に敏感な作物	< 70	150～170	インゲン、イチゴ、にんじん、レタス、タマネギ、大根
II 中程度の塩分抵抗性作物	< 100	220～250	トウモロコシ、落花生、大豆、なし、桃、トマト、キュウリ、ピーマン、クローバー
III 塩分抵抗性の大きい作物	< 200	500～550	大麦、小麦、青刈り麦

参考) 鹿児島南部農業水利事業の場合

注意) 原文では、電気伝導度の単位はmS/cm、塩素濃度の単位はppmを使用。

1mS/m=0.01mS/cm (1mS/m=0.01dS/m=10 μ S/cm=1,000 μ S/m)

表-2.2-3 作物の生育に影響を及ぼす塩分濃度

作物名	EC (mS/m)	
	かんがい水中の値 ^{参考1)}	収量の減少が起き始める かんがい水中の値 ^{参考2)}
イチゴ [*]	110	100
インゲンマメ、ニンジン	60～70 を目安	
タマネギ [*]	80～90 を目安	
ラディッシュ	—	120
レタス	60～70 を目安	130
ササゲ [*]	—	
サツマイモ	80～90 を目安	
ブドウ	—	150
ソラマメ	80～90 を目安	160
ショウガ [*] 、ゴボウ、エンドウ		—
ジャガイモ		170
オレンジ [*] 、モモ	—	
トウモロコシ(穀実)、スイートコーン	100～110 を目安	
キャベツ、トウモロコシ(茎葉飼料)		180
ホウレンソウ		200
トマト	200 で障害	250
キュウリ	—	
ブロッコリー	100～110 を目安	
カボチャ、サトイモ、アスパラガス、 ダイコン、ネギ、ハクサイ		—
メロン		110
イネ(水稻)	30	300
ラッカセイ	120～130 を目安	320
ダイズ [*]		500
アズキ、ラッキョウ		—
ナス	145 を目安	—
スイカ	200 で障害	—
オオムギ [*] (茎葉飼料)、コムギ [*]	—	600
テンサイ	—	700
ワタ	—	770
オオムギ [*] (穀実)	—	800

注意) 原文では、ECの単位はdS/cmを使用。

1mS/m=0.01mS/cm (1mS/m=0.01dS/m=10 μ S/cm=1,000 μ S/m)

参考1) 佐賀県(2008)より引用。土壌中のCl(mg/100g)をECに換算。

参考2) Mass and Hoffman(1977)より抜粋。

なお、国際稲研究所（IRRI：International Rice Research Institute）は、塩分の水稲への影響に関して、かんがい用水の目安を表-2.2-4のように示している。

表-2.2-4 かんがい用水による塩類濃度の影響に関する目安(水稲)

水 質	p H (－)	EC (mS/m) 注意)
かんがい用水に適している	6.5～8.0	< 50
中程度のかんがい用水	8.0～8.4	50～200
かんがい用水に適さない	8.4<	200<

注意) 原文では、ECの単位はdS/mを使用。

1mS/m=0.01dS/m (1mS/m=0.01mS/cm=10 μ S/cm=1,000 μ S/m)

【参考資料】

- 1) 帯広開発建設部農業整備課 野田克裕、小野寺晃良：ハウス栽培における塩類除去の調査事例について、平成 24 年度北海道開発技術研究発表会、技-31 (2012)

3. 栄養塩類（窒素・リン）の利用について

処理水には栄養塩類（窒素・リン）が、用排水路及び河川等の環境水と比較し高い濃度で含まれている場合が多い。栄養塩類は肥料成分として活用することができるが、その利用に当たっては、他の肥料の使用を含めて計画的なものとする必要がある。

また、一方で地形や土壌の種類によって地下水の汚染が懸念される地域に関しては、トータルの施肥量を管理するためかんがい水量を管理するとともにかんがい手法の工夫等が重要である。

【解 説】

農業集落排水施設はし尿及び生活雑排水等を対象とした流入汚水を処理しているため、処理水の栄養塩類（窒素・リン）濃度は用排水路及び河川等の環境水に比べ高い場合が多い。処理水中の窒素及びリンは様々な形態になっており、窒素は有機性窒素（Org-N）、無機性窒素であるアンモニウムイオン（ NH_4^+ ）、亜硝酸イオン（ NO_2^- ）及び硝酸イオン（ NO_3^- ）、リンは有機性リン化合物（Org-P）及び無機性リン酸塩であるオルトリン酸（ PO_4^{3-} ）が主な形態である。

処理水を直接又は直接に近い形態で利用すると、処理水から供給される窒素・リンが土壌中の窒素・リンに追加され、土壌を経由して植物に利用される。有機性窒素及びアンモニウムイオンは土壌中で硝化プロセスによって硝酸塩に変化し、処理水中の窒素のほとんどが植物に利用できる形態になり、無機性リン酸塩の大部分は土壌中のカルシウム、鉄及びアルミニウムと結合し土壌に吸着され、pH 等の土壌条件によって一部が可溶化することで植物に利用される。処理水中の窒素・リンの肥料効果は一定ではないが、市販の化学肥料が供給する窒素・リンの代替になる。

処理水は、かんがい時期に合わせて水量及び水質を調整することはできない。農作物が施肥を必要とする時期とかんがい時期に差が生じ、施肥量の過不足が生じることもあるため、処理水中の窒素・リンを代替肥料として積極的に活用する場合は、堆肥及び化学肥料等の他の肥料で調整を図るなど作物に準じた施肥管理を行い、計画的な利用とする必要がある。

また、処理方式又は同じ処理施設でも窒素・リンの濃度は維持管理等の処理状況によって大きく異なるため、かんがい利用する農業集落排水施設の特徴を十分理解した上で利用することが必要である。維持管理状態が良好な施設の処理水質はより良い水質になるが、表-3.1-1 に示した処理方式別の処理水質では、生物膜法の平均的な窒素濃度は 15～20mg/L、リン濃度は 2～3 mg/L であり、浮遊生物法の窒素濃度は 5～10mg/L、リン濃度は 1～2 mg/L である。かんがい用水とした利用を主目的とする場合、かんがい時期に処理水に含まれる肥料成分を考慮した施肥管理を行うことで、施肥量の削減に繋がることもある。

カリウムは窒素と比較し植物への影響は小さく、土壤中で濃度が高くなっても作物収量に対してほとんど影響を引き起こさないが、不足すると成長が遅れ低温害や病害を受けやすくなる。また、塩化物イオンによる作物への有害な影響を減少させる効果がある。処理水中のカリウム濃度は5～10mg/L程度であり、条件によっては肥料として必要とされるカリウム量を処理水で供給できる。

処理水の重金属類等の有害物質は、水質汚濁防止法の排出基準で定められている分析方法（JIS K 0102等）で定量下限値程度の低濃度しか含んでいないが、硝酸性窒素は処理の状況によっては高くなることもある。作物は硝酸性窒素を吸収するが、吸収されなかった硝酸性窒素は土壌から溶脱し地下に浸透するため、かんがい手法によっては硝酸性窒素による地下水汚染の可能性が考えられる。このため、地下水汚染が懸念される地域では、施肥量とともにかんがい水量を管理することが重要である。

塩化物イオン及び重金属類は土壌への蓄積量が少ない反面、地形及び土壌の性状によっては、かんがい用水が地下に浸透し地下水を汚染する可能性は高くなる。ISO ガイドラインでは、下水処理水によって引き起こされる地下水汚染や地表水汚染のリスクを表-2.3-1のように示している。表-2.3-1では地下水への浸透性、地下水汚染の敏感性及び表面流出の3項目をⅠ～Ⅳに4区分し、「地下水への浸透性、表面流出及び地下水汚染の敏感性」から地下水汚染のリスクを、「地下水への浸透性、表面流出」から地表水汚染のリスクを1～3の水準で示している。下水処理水中の汚濁物質による汚染のリスクが最も高い組合せは、リスク水準3（表中の下線斜体数字）の組合せである。

表-2.3-1 下水処理水中の汚濁物質による地下水汚染や地表水汚染のリスク水準例

汚濁物質の浸透率			地下水への浸透性			
			浸透性がない	低い浸透性	中程度の浸透性	高い浸透性
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
地下水汚染の 敏感性	帯水層が浅いあるいは粘土による保護がない	Ⅰ	1	2	<u>3</u>	<u>3</u>
	粘土による保護がある深い帯水層	Ⅱ	1	2	2	<u>3</u>
	粘土による十分な保護がある深い帯水層	Ⅲ	1	1	2	2
	水文学的に連続性がある帯水層のない地域	Ⅳ	1	1	2	2
地表水汚染の敏感性			<u>3</u>	<u>3</u>	2	1
			Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
			高い表面流出	中程度の表面流出	低い表面流出	表面流出がない
			表面流出			

出典) ISO 16075-1、Table C.1

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

注意) リスク水準 1：汚染リスク小
2：汚染リスク中
3：汚染リスク大

4. 微生物への対応について

処理水に混入する微生物は、処理の過程で大部分が除去及び消毒されるが、滅菌とは異なる処理であるため、使用環境等によっては再び微生物が増殖する可能性がある。

このため、処理水のかんがい利用においては、農作業に従事する者及び栽培する農作物への衛生面の注意が必要である。

【解 説】

農業集落排水施設は、微生物（細菌類、原生動物等）を用いた生物学的処理を中心とした污水处理システムであり、流入汚水中の有機物及び栄養塩類（窒素・リン）を分解除去した微生物は主に重力を利用した固液分離によって処理水から分離される。微生物を取り除いた処理水は、専用の消毒槽で塩素剤（主に次亜塩素酸カルシウム）による消毒処理を受け、農業集落排水施設から放流される。

処理水の消毒効果は、消毒後の処理水の残留塩素（遊離残留塩素）を測定し、残留塩素が検出（0.1mg/L 以上）されることで確認する。さらに、定期的に処理水中の大腸菌群数（処理が良好なときは、大腸菌群数はほとんど検出されない。）を分析し、大腸菌群数が水質汚濁防止法の排水基準である 3,000 個/mL（個/cm³）以下になるよう塩素消毒の運転管理を実施している。

農業集落排水施設で行っている塩素消毒は、全ての菌を死滅させる滅菌とは異なる処理である。したがって、処理水中の微生物数が 0 個/mL であるとは限らないため、放流後の環境によっては生存した微生物が再び増殖する可能性がある。処理水のかんがい利用においては、処理水を貯留するとその期間に処理水中の微生物が増殖することもあるので、長期間貯留された処理水のかんがい利用する場合には、かんがい用水の散水方法を工夫する等、農作業に従事する人及び栽培する農作物の衛生面に留意することも必要となる場合がある。

環境中では大腸菌群は他の病原性微生物と比較し、圧倒的に多く存在しており、その生育特性等から「ある環境において人に対して健康被害を与える危険性が無視できる程度の大腸菌群数であれば、その他の病原性微生物による危険性はそれ以下である。」と考えられることから、他の病原性微生物の指標として取り扱われている。なお、大腸菌群は、大腸菌等の腸内細菌以外にも、水中や土壌中で増殖する細菌類も含まれている。また、大腸菌群の中には病原性の認められる細菌類もあるが、一部を除いて必ずしも人体に有害でないことを理解した上で対応する必要がある。

微生物への対応については、農業集落排水施設の管理責任者（市町村）及び保守点検業者と連携し、処理水の透視度及び残留塩素濃度等の水質に関連する情報を共有し、塩素の残留効果（消毒効果の持続）を強化する塩素消毒を実施することも重要である。

なお、塩素消毒は、水系伝染病の原因となる細菌に対する消毒効果は高いが、ウイルス及び寄生虫（卵）に対する効果はその種類によって異なる。そのため、処理水をかんがい利用する農家に対しては、表-3.2-4 に示したバリアの活用を指導したり、農業集落排水施設の維持管理を適切に行いより良い水質の処理水を放流することに努めることが重要である。

以上の点を含め、処理水を直接かんがい利用する農業集落排水施設の管理責任者（市町村）は、日頃から処理水の微生物の対応について、農家とコミュニケーションを図っておく必要がある。

なお、FAO（国連食料農業機関）と WHO（世界保健機関）により設置されたコーデックス委員会が、2003 年に作成した「生鮮野菜・果実に関する衛生実施規範」の“3.2.1.1.1 かんがい用水及び収穫用水”では、以下のような注意点が示されている。

「農業用水は、用途に適した水質であること。下記の状況の場合に、水質に対して特に注意を払うこと。

- ・ 特に収穫直前に生鮮果実・野菜の食用部分を直接水に暴露する水供給技術（例：噴霧）によるかんがいを行っている場合
- ・ 葉や表面が粗いなど、水が残りやすい物理的特徴を有する生鮮果実・野菜のかんがいを行う場合。
- ・ 農家段階で包装される作物等包装前にほとんどまたはまったく収穫後洗浄処理を受けない生鮮果実・野菜のかんがいを行う場合。」

第3章 作物とかんがい手法に応じた処理水質の考え方

1. 農業集落排水施設の処理水の水質

農業集落排水施設では、浄化槽法及び水質汚濁防止法等の関係法令に基づいて適切な管理が行われており、流入汚水中の有機物や栄養塩類（窒素、リン）等を生物学的処理を中心とした処理システムで適切に処理し、塩素消毒後に処理水を放流している。

処理水は、農業集落排水施設の管理者（または保守点検業者）が定期的（原則、1回/月の頻度）に採取する。採取した処理水は、分析機関等で BOD と SS、さらに施設によっては栄養塩類（T-N、T-P）等が分析される。

【解 説】

農業集落排水施設の処理水は、浄化槽法等の規定や水質汚濁防止法における都道府県の上乗せ基準を基に適正な管理が行われている。農業集落排水施設の処理対象は、し尿、生活雑排水を主とする生活排水であり、重金属類等の有害物質を比較的高濃度で含むおそれがある工場排水及び温泉水等を対象としないため、農業集落排水施設の流入汚水には健康被害や土壌汚染、作物の生育障害等が懸念される微量元素（重金属類等）等の有害物質が含まれる可能性が低い特徴を有している。

農業集落排水施設の処理施設は、物理的処理、化学的処理、及び生物学的処理を組み合わせた処理システムであり、生物学的処理の内容によっていくつかの処理方式に分類される。塩素消毒後に放流する処理水は、農業集落排水施設の管理者（または保守点検業者）が定期的（原則、1回/月の頻度）に採取する。採取した試料は、分析機関等で BOD と SS、さらに施設によっては栄養塩類（T-N、T-P）等が分析される。表-3.1-1 は農業集落排水施設の代表的な処理方式ごとの処理水の水質（BOD、SS、COD_{Mn}、T-N、T-P）を示している。処理方式は生物膜法、浮遊生物法に大別されるが、表中の①分離接触ばっ気方式と②嫌気性ろ床接触ばっ気方式の2方式は生物膜法であり、③回分式活性汚泥方式と④長時間ばっ気方式、⑤オキシデーションディッチ方式、⑥膜分離活性汚泥方式の4方式は浮遊生物法である。

処理施設は処理方式によって処理水槽の形状や容量、微生物の量やばっ気の方法等が違いため、処理水質に関わる処理性能が異なる。また、同じ処理方式でも施設によって処理水質は異なる。そのため、管理者は、「第5章 処理水をかんがい利用する場合のモニタリング」の内容を参考にし、処理水をかんがい利用している農業集落排水施設の処理状況や維持管理の状態を定期的に確認することが必要である。また、「参考資料2 農業集落排水施設の計画処理水質」に代表的な処理方式の計画処理水質の例を示す。

表-3.1-1 農業集落排水施設の処理方式別処理水質
(平成 25 年度農業集落排水施設整備実施状況)

処理方式		処理水質 (mg/L)				
		BOD	SS	COD _{Mn}	T-N	T-P
① 分離接触ばっ気方式	平 均	7.5	5.0	14.8	19.9	2.6
	最 大	33	37	44	39	23.5
	最 小	0.2	0.6	1.2	1.6	0.26
	データ数	874	862	411	447	404
② 嫌気性ろ床接触ばっ気方式	平 均	8.1	4.3	13.7	18.3	2.3
	最 大	33	66	38	45	28
	最 小	0.3	0.3	1.8	1.26	0.1
	データ数	1,452	1,446	814	979	905
③ 回分式活性汚泥方式	平 均	3.7	3.3	7.9	6.2	1.6
	最 大	36.1	45	113	44	8.4
	最 小	0.5	0.1	0.5	0.6	0.01
	データ数	921	920	597	704	669
④ 長時間ばっ気方式	平 均	3.5	3.8	7.2	5.5	1.7
	最 大	31	53	23	27	10
	最 小	0.15	0.3	0.09	0.3	0.049
	データ数	1,036	1,028	717	821	783
⑤ オキシデーションディッチ方式	平 均	3.8	4.0	7.4	6.3	1.8
	最 大	19.2	54	23	30.4	6.4
	最 小	0.4	0.2	1	0.2	0.1
	データ数	348	347	215	274	263
⑥ 膜分離活性汚泥方式	平 均	2.0	1.6	5.4	7.5	1.2
	最 大	11	12	19.7	14.3	5
	最 小	0.2	0.3	2.8	1.4	0.1
	データ数	48	46	41	42	40

また、本手引き（案）の取りまとめに関連し、ISO ガイドラインに関連する重金属類を対象に、平成 27 年度及び平成 28 年度に実施した現地調査による処理水の分析結果を表-3.1-2 に示す。これらの結果を、水道水質基準と環境基準の項目と比較すると、対応するすべての項目（シアン化合物の基準値は分析結果の検出下限値より 1 桁低い数値である。）について、水道水水質基準及び環境基準を下回る結果であった。

なお、表-3.1-3（排水基準の有害物質）と表-3.1-4（排水基準のその他の項目）に示した排出基準と比較しても、対応するすべての項目について、排水基準値を下回る結果であった。

表-3.1-2 農業集落排水施設の処理水の分析結果例（重金属類等の有害物質）

水質項目	単位	A 地区	B 地区	C 地区	D 地区	E 地区	F 地区	水質基準	
								水道	環境
塩化物イオン	mg/L	53	62	35	37	26	30	≦200	—
ナトリウム	mg/L	53	56	49	50	35	34	≦200	—
ホウ素	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	≦1.0	≦1
水銀	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	≦0.0005	≦0.0005
クロム	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≦0.05 注1)	≦0.05 注1)
鉛	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≦0.01	≦0.01
カドミウム	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	≦0.003	≦0.003
亜鉛	mg/L	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	≦1.0	—
銅	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≦1.0	—
シアン化合物 注2)	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	≦0.01 注3)	検出されないこと
セレン	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	≦0.01	≦0.01
フッ素	mg/L	<0.1	<0.1	0.4	0.2	<0.1	<0.1	≦0.8	≦0.8
ニッケル	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≦0.02 注4)	—
鉄	mg/L	0.02	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	≦0.3	—
マンガン	mg/L	0.02	<0.01	0.02	0.02	<0.01	0.01	≦0.05	—
アルミニウム	mg/L	0.13	0.07	0.07	0.08	0.08	0.11	≦0.2	—
モリブデン	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—	—
バナジウム	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—	—
ベリリウム	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—	—
コバルト	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—	—
リチウム	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—	—
ヒ素	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	≦0.01	—

注1) 水質基準のクロムは、六価クロムである。

注2) シアン化合物（全シアン）の検出限界値（N.D. : No Detected（不検出））は、0.1mg/Lである。

注3) 水道水質基準のシアン化合物は、シアン化物イオン及び塩化シアンである。

注4) ニッケルは水質管理目標設定項目で、水道水質基準値は目標値である。

表-3.1-3 排水基準（有害物質）

有害物質の種類	許容限度	有害物質の種類	許容限度
<u>カドミウム及びその化合物</u>	0.03mg-Cd/L	1,1-ジクロロエチレン	1mg/L
<u>シアン化合物</u>	1 mg-CN/L	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4mg/L
有機燐化合物（パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及び EPN に限る。）	1mg/L	1,1,1-トリクロロエタン	3mg/L
<u>鉛及びその化合物</u>	0.1 mg-Pb/L	1,1,2-トリクロロエタン	0.06mg/L
六価クロム化合物	0.5 mg-Cr(VI)/L	1,3-ジクロロプロペン	0.02mg/L
<u>砒素及びその化合物</u>	0.1 mg-As/L	チウラム	0.06mg/L
<u>水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物</u>	0.005 mg-Hg/L	シマジン	0.03mg/L
アルキル水銀化合物	検出されないこと。	チオベンカルブ	0.2mg/L
ポリ塩化ビフェニル	0.003mg/L	ベンゼン	0.1mg/L
トリクロロエチレン	0.1mg/L	<u>セレン及びその化合物</u>	0.1 mg-Se/L
テトラクロロエチレン	0.1mg/L	<u>ほう素及びその化合物</u>	10 mg-B/L
ジクロロメタン	0.2mg/L	<u>ふっ素及びその化合物</u>	8 mg-F/L
四塩化炭素	0.02mg/L	アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	100mg/L
1,2-ジクロロエタン	0.04mg/L	1,4-ジオキサン	0.5mg/L
備考1 「検出されないこと。」とは、第2条の規定に基づき環境大臣が定める方法により排出水の汚染状態を検定した場合において、その結果が当該検定方法の定量限界を下回ることをいう。 備考2 砒(ひ)素及びその化合物についての排水基準は、水質汚濁防止法施行令及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令（昭和49年政令第363号）の施行の際現にゆう出している温泉（温泉法（昭和23年法律第125号）第2条第1項に規定するものをいう。以下同じ。）を利用する旅館業に属する事業場に係る排水については、当分の間、適用しない。 備考3 「ほう素及びその化合物」及び「ふっ素及びその化合物」の基準値は、海域以外の公共用水域に排出されるものについてである。 備考4 「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物」は、アンモニア性窒素に0.4を乗じたものと亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量である。			

注意）表中の下線斜体文字は、表-3.1-2に該当する項目である。

表-3.1-4 排水基準（その他の項目）

項 目	許容限度	項 目	許容限度
水素イオン濃度 (水素指数) (pH)	5.8 以上 8.6 以下	<u>銅含有量</u>	3mg/L
生物化学的酸素要求量 (BOD)	160mg/L (日間平均 120mg/L)	<u>亜鉛含有量</u>	2mg/L
化学的酸素要求量 (COD _{Mn})	160mg/L (日間平均 120mg/L)	<u>溶解性鉄含有量</u>	10mg/L
浮遊物質 (SS)	200mg/L (日間平均 150mg/L)	<u>溶解性マンガン含有量</u>	10mg/L
ノルマルヘキサン抽出物質 含有量 (鉱油類含有量)	5mg/L	<u>クロム含有量</u>	2mg/L
ノルマルヘキサン抽出物質 含有量 (動植物油脂類含有量)	30mg/L	大腸菌群数	日間平均 3,000 個/cm ³
フェノール類含有量	5mg/L	窒素含有量	120mg/L (日間平均 60mg/L)
—	—	燐含有量	16mg/L (日間平均 8mg/L)
備考1 「日間平均」による許容限度は、1日の排出水の平均的な汚染状態について定めたものである。 備考2 この表に掲げる排水基準は、1日当たりの平均的な排出水の量が50立方メートル以上である工場又は事業場に 係る排水水について適用する。 備考3 水素イオン濃度及び溶解性鉄含有量についての排水基準は、硫黄鉱業（硫黄と共存する硫化鉄鉱を掘採する 鉱業を含む。）に属する工場又は事業場に係る排水水については適用しない。 備考4 水素イオン濃度、銅含有量、亜鉛含有量、溶解性鉄含有量、溶解性マンガン含有量及びクロム含有量につい ての排水基準は、水質汚濁防止法施行令及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令 の施行の際現にゆう出している温泉を利用する旅館業に属する事業場に係る排水水については、当分の間、適 用しない。 備考5 生物化学的酸素要求量についての排水基準は、海域及び湖沼以外の公共用水域に排出される排水水に限って 適用し、化学的酸素要求量についての排水基準は、海域及び湖沼に排出される排水水に限って適用する。 備考6 窒素含有量についての排水基準は、窒素が湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼 として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海域（湖沼であつ て水の塩素イオン含有量が1リットルにつき9,000ミリグラムを超えるものを含む。以下同じ。）として環境大 臣が定める海域及びこれらに流入する公共用水域に排出される排水水に限って適用する。 備考7 燐(りん)含有量についての排水基準は、燐(りん)が湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある 湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海域として 環境大臣が定める海域及びこれらに流入する公共用水域に排出される排水水に限って適用する。			

注意) 表中の下線斜体文字は、表-3.1-2に該当する項目である。

調査結果より、農業集落排水施設の流入汚水は微量元素（重金属類等）等の有害物質の含有量が極めて低く、農業集落排水施設からの処理水には、重金属類等の有害物質がほぼ含まれていないことが確認されたが、処理水をかんがい利用する際は、重金属類等の有害物質に留意する必要がある。

2. 農業集落排水施設の処理水質とISOガイドライン

農業集落排水施設の処理水は処理方式や維持管理状況によって水質が異なるが、適切な維持管理によってより良好な水質が得られる。

ISO ガイドラインでは、かんがい利用する下水処理水を水質によってカテゴリA～E の5種類に区分している。カテゴリに区分された下水処理水は、かんがい作物によって必要となるバリア（方策）の数が付けられており、バリア数に見合うバリアの種類を組み合わせることで、リスクに対する対応の検討ができる。

農業集落排水施設の処理水は、標準的な水質であればISO ガイドラインにおけるカテゴリC の「良質な水質の下水処理水」以上に区分される。

【解 説】

農業集落排水施設では定期的に維持管理を実施しており、それによって処理水の水質が確保されている。処理水の水質は処理方式によって異なるが、維持管理の状態によって大きく左右され同じ処理方式でも適切な維持管理を行うことでより良好な水質を得ることが可能である。処理水をかんがい利用する農業集落排水施設においては、適切な維持管理を実施するために必要な維持管理体制を構築するとともに、より良好な処理水質を目指し維持管理を実践することが重要である。

ISO ガイドラインでは、かんがい利用する下水処理水をカテゴリA～E の5種類に区分し水質を評価している。

- ・カテゴリA：とても高い水質の下水処理水
- ・カテゴリB：高い水質の下水処理水
- ・カテゴリC：良質な水質の下水処理水
- ・カテゴリD：中程度の水質の下水処理水
- ・カテゴリE：どこにでもある一般的な水質の下水処理水

評価に用いられる水質項目は、BOD、TSS (SS)、濁度（ホルマジン）、糞便性大腸菌群、腸内線虫の5項目であり、各カテゴリの水質は表-3.2-1 に示すとおりである。なお、一般に、糞便性大腸菌群は大腸菌群数より小さな値を示し、平成 27 年度に実施した現地調査の結果では処理が良好な施設では0～10 個/100mL 程度であり、大腸菌群数と良好な相関が認められた。

下水処理水の評価に用いている5つの水質項目のうち、農業集落排水施設で通常分析している水質項目は、BOD と SS の2項目である。BOD と SS について、農業集落排水施設の処理水の水質を表-3.2-1 のカテゴリに当てはめると、表-3.1-1 の平均値では生物膜法の処理方式（①、②）はカテゴリB の「高い水質の下水処理水」に浮遊生物法の処理方式（③～⑥）はカテゴリA の「とても高い水質の下水処理水」に位置付けられるが、処

処理水の最大値で判定すると、処理水の категория は概ね A の「とても高い水質の下水処理水」～C の「良好な水質の下水処理水」以上に位置付けられる。

適切な維持管理で良好な処理水質を得ることができれば、category のランクを上げることも可能であり、より安全で安定した水質の処理水をかんがい利用できることになる。

表-3.2-1 ISO ガイドラインにおける下水処理水の区分（水質）

カテゴリー	BOD (mg/L)		SS (mg/L)		濁度 (NTU※)		糞便性大腸菌群 (個/100mL)		腸内線虫類 (卵/L)	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	95%ile	最大	平均	最大
A	≤5	10	≤5	10	≤2	5	≤10 または 検出下限値 以下	100	—	—
B	≤10	20	≤10	25	—	—	≤200	10 ³	—	—
C	≤20	35	≤30	50	—	—	≤10 ³	10 ⁴	≤1	—
D	≤60	100	≤90	140	—	—	—	—	≤1	5
E	≤20	35	—	—	—	—	—	—	≤1	5

参考) ISO 16075-2、Table 1 から一部抜粋

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

※印) ホルマジン標準液を用いる測定法 (NTU:Nephelometric Turbidity Unit)

ISO ガイドラインでは、かんがい利用する下水処理水の水質（category）やかんがい手法、かんがい作物に応じたリスクを評価し、リスクの程度を必要なバリア数で示している。下水処理水の利用によるリスクの対策は、必要なバリア数に見合うバリアの種類の組み合わせを検討し、実施することで可能となっている。バリアとはリスクを削減する方策であり、バリアの種類によって点数が付けられている。下水処理水をかんがい利用するリスクの対策は、ISO ガイドラインにおいて整理されているバリアを活用することで、簡易に検討することが可能である。

表-3.2-2 は、下水処理水をかんがい利用するに当たって許容できるリスク（バリアなし）範囲を示している。category A の下水処理水（直接利用）は生食用作物に、category B は加工用作物に、category C は非食用作物に対策なしでかんがい用水として使用が可能となっている。

表-3.2-3 では、下水処理水をかんがい利用する対象によって必要となるバリア数について、下水処理水の category ごとに示している。

表-3.2-2 ISO ガイドラインにおける下水処理水の区分（使用用途、処理方法）

カテゴリー	バリアなしで使用できる範囲	対応する下水処理方法
A	使用制限のない都市かんがいと生食用作物の農業かんがい	2 次処理、接触ろ過又は膜ろ過及び消毒
B	使用制限のある都市かんがいと加工用作物の農業かんがい	2 次処理、ろ過及び消毒
C	非食用作物の農業かんがい	2 次処理及び消毒
D	使用制限のある工業作物と種子作物のかんがい	2 次処理又は凝集処理した高速沈殿
E	使用制限のある工業作物と種子作物のかんがい	安定化池及びウエットランド

参考) ISO 16075-2、Table 1 から一部抜粋

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

表-3.2-3 かんがい用途と下水処理水の水質に応じた必要バリア数（案）

（メンバーの実践的な経験によって、WHO（2006）と USERA（2012）から出典）

用途	カテゴリー					
	A	B	C	D	E	生下水
公共のアクセスが制限されていない私有の庭園や庭園風景のかんがい	0	1	使用禁止	使用禁止	使用禁止	使用禁止
公共のアクセスが制限されている庭園や庭園風景のかんがい	0	0	1	2	2	使用禁止
生食用野菜のかんがい	0	1	3	使用禁止	使用禁止	使用禁止
調理して食べる野菜や牧草地のかんがい	0	0	2	使用禁止	2	使用禁止
野菜以外の食糧（果樹園、ブドウ園）や園芸のかんがい	0	0	1	3	2	使用禁止
飼料や種子作物のかんがい	0	0	0	1	0	使用禁止
工業作物やエネルギー作物のかんがい	0	0	0	0	0	使用禁止

参考) ISO 16075-2、Table 3 から一部抜粋・編集

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

3. 作物やかんがい手法に応じた水質の考え方

農業集落排水施設の処理水は、周辺の農業用水路や河川に放流され希釈された状態で農地に還元されることが多いが、地域条件等により、直接利用に近い形態で処理水をかんがい利用する場合もある。

処理水をより安全な形でかんがい利用するに当たっては、関連する基準等を遵守する必要がある。さらに、処理水をかんがい利用する過程だけに留まらず、販売等のあらゆる段階において、対象とする処理水の水質や作物、かんがい手法等に応じたリスク（人々への感染への影響）を減少させる方策（バリア）を取ることが必要となるケースもある。

【解 説】

農業集落排水施設は農村地域に位置し、処理水の多くは農業用水路や河川等に放流され十分に希釈される。農業集落排水施設の処理水は、排水基準や関連条例を満足する数値が計画水質として定められており、放流する処理水はこれらの水質基準を遵守している。この様に処理水は、下流で必要に応じて水田や畑地等の農地にかんがい水として還元利用されても問題のない水質である。

一方、直接利用あるいは直接利用に近い形態で処理水をかんがい利用する場合は、環境水による十分な希釈が見込めないため、処理水の水質や対象とするかんがい作物、かんがい手法等に応じたリスクへの対応が必要となる場合も考えられる。処理水をより安全な形でかんがい利用するには、かんがい手法等のかんがいシステムによる対応のみに留まらず、作物の栽培方法や販売等のあらゆる段階において、表-3.2-4のようにISOガイドラインにおいて整理されているバリア点数の考えを活用することで簡易に対策手法の検討を行うことが可能である。

表-3.2-4はISOガイドラインに記載されている人の健康の保護の対策として使用できるバリアの種類とバリア点数の例である。

例えば、カテゴリーCの下水処理水をかんがい利用するためには、表-3.2-3から生食用野菜にはバリア数が3ポイント（pt）、調理して食べる野菜にはバリア数が2pt必要とされている。表-3.2-4の食用作物に対するバリアには、バリア点数1pt～2ptの病原体の減少（収穫前にかんがいを中断する）やバリア点数1ptの販売前の洗浄（飲料水で洗浄する）等があり、これらを組み合わせると必要なバリア数をクリアすることができる。

表-3.2-4 提案されたバリアの種類と一般的な点数（案）¹⁾

（WHO（2006）とUSERA（2012）から出典）

バリア 点数 (pt)	病原体の除 去効果 ²⁾ (対数単位)	バリアの種類	適用方法
1) 食用作物のかんがい			
1	1	販売前の洗浄	飲料水でサラダ用作物、野菜、および果物を洗浄
	2	点滴かんがい	地面から25cm以上成長する丈が低い作物への点滴かんがい
		散水かんがいとスプリンク ラーかんがい	噴出水流口（ウォータージェット）から25cm以上成長する低成 長作物のスプリンクラー及びマイクロスプリンクラーかんがい
		ほ場で追加する消毒	低水準の消毒
		販売前の消毒	弱い消毒液でサラダ用作物、野菜、および果物を洗浄し飲料水で すすぐ
		皮剥き	果物や根菜類の皮を剥く
2 ～ 4	カバーシート（マルチシート、マルチフィルム等）	かんがい水から野菜を保護するシートを用いた点滴かんがい	
1 ～ 2 ³⁾	0.5 ～ 2 日当たり ³⁾	病原体の減少 ⁴⁾	収穫前にかんがいを休止あるいは中断し、病原体を大幅に減少さ せる
2	4	点滴かんがい	地面から50cm以上成長する丈が高い作物への点滴かんがい
		散水かんがいとスプリンク ラーかんがい	噴出水流口（ウォータージェット）から50cm以上成長する果樹 のスプリンクラー及びマイクロスプリンクラーかんがい
		ほ場で追加する消毒	高水準の消毒
3	6	点滴かんがい	毛管上昇によって水が地表面まで達しない深さでの地下かんが い
	6 ～ 7	調理	沸騰水あるいは高温水で生産物を加熱（茹でる）調理する。
2) 飼料作物と種子作物のかんがい			
1	0.5 ～ 2	出入り管理 （入場管理）	かんがい後に24時間以上、例えば、動物（家畜）が牧草地に、あ るいは現場作業員がほ場に入出入りすることを制限する。
2	2 ～ 4	出入り管理 （入場管理）	かんがい後に5日以上、ほ場への出入りを制限する。
		飼料の天日乾燥	消費前に、収穫した飼料やその他作物を天日乾燥する。
3) 公共の庭園（公園）のかんがい			
1	0.5 ～ 1	出入り管理 （入場管理）	人が出入りしない夜間に公園やスポーツフィールドをかんが いする。
	1	散水かんがいの管理	人の出入りがある住宅地や公共用地から70メートル以上離れた 場所を散水かんがいうる。

参考) ISO 16075-2:2015(E)、Table 2 を編集

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

注意 1) 下水処理水を消毒し、あるいは精密ろ過膜（MF）、限外ろ過膜（UF）またはナノ膜（NF）のような適切な膜フィルターで下水処理水をろ過し、病原体を駆除または除去する。

注意 2) 対数除去率（LRV : log removal value）

$$LRV = -\log_{10}(C_f) / \log_{10}(C_p)$$

ここで、 C_f は処理前の濃度、 C_p は処理後の濃度である。

注意 3) 作物と気象条件による。

注意 4) バリアの適用に当たっては、日照時間や降雨の有無等、その地域の気象条件を考慮すること。

「生成野菜を衛生的に保つために一栽培から出荷までの野菜の衛生管理指針—(平成23年6月、農林水産省 消費・安全局)」で、以下の内容が示されている。

- ・水路やバルブ等に「汚れが残っている間は、収穫直前に、その水が野菜の可食部に直接かかるようなかん水（頭上かん水）を行わない。また、その水を、野菜の可食部にかかる薬剤の希釈に使わない。」
- ・「収穫時には、水道水や、地域の保健所等が飲用にできると認めた水を使うことが望ましい。」

(1) 水田かんがい

ISO ガイドライは、水田かんがいに関する記述が不十分であり、処理水の湛水利用を想定していない。水田は基本的に地表面かんがいであり、全期間又は一定期間全面湛水となるため、利用方法にもよるが水田に必要なかんがい水量と農業集落排水施設が供給する処理水量には、通常水量差がある。処理水を水田かんがい水として利用している地域では、農業用水路や河川等で十分に希釈された状態で利用することが一般的であり、処理水はかんがい水の一部となる。ISO ガイドラインでは、このような間接利用に関する記述はない。

水田を対象としたかんがい水の水質に関しては、表-3.3-1 に示した農業（水稻）用水基準が示されている。農業（水稻）用水基準は、わが国のどのような地域で、どのような利用形態でも、稲作に使用して減収しないと考えられる水質であり、水稻の正常な生育のために維持することが望ましいかんがい用水の指標として利用されている。この濃度を超えるかんがい水を使用すると、必ず作物に何らかの影響が現われるというものではないが、直接利用あるいは直接利用に近い形態で利用しているかんがい水は、農業（水稻）用水基準を考慮することが必要である。

農業集落排水施設の処理水（表-3.1-1 参照）を農業（水稻）用水基準と比較すると、COD_{Mn} と T-N の平均値が基準値を超える場合がある。

COD_{Mn} と水稻の生育状況の関係を示した表-3.3-2～表-3.3-5 では、ほとんど影響がない COD_{Mn} 濃度は 8 mg/L 程度以下である。処理水をかんがい水として直接あるいは直接利用に近い形態で利用するときは、管理者は農業集落排水施設の維持管理の適正化に留意し、処理水の SS に配慮する、ばっ気風量を調整する（ばっ気時間を長くする等）等、処理水の COD_{Mn} を低くする対策を行うことも必要である。

表-3.3-1 農業（水稻）用水基準

項 目		農業用水基準値
pH(水素イオン濃度)		6.0～7.5
COD _{Mn} (化学的酸素要求量)		6 mg/L 以下
SS(浮遊物質)		100 mg/L 以下
DO(溶存酸素)		5 mg/L 以上
T-N(全窒素濃度)		1 mg/L 以下
EC(電気伝導度) ^{注意)}		30 mS/m 以下
重金属	As(ヒ素)	0.05mg/L 以下
	Zn(亜鉛)	0.5 mg/L 以下
	Cu(銅)	0.02 mg/L 以下

参考) 農林省公害研究会：農業(水稻)用水質基準及び水産環境水質基準について
昭和 44 年度公害研究会報告(1970)

注意) 原文では、EC の単位は mS/cm を使用。

1mS/m=0.01mS/cm (1mS/m=0.01dS/m=10 μ S/cm=1,000 μ S/m)

表-3.3-2 COD_{Mn}と水稻被害率の関係

COD _{Mn}	被害率(%)
5.6 mg/L 以下	0
5.6 ～ 8.2 mg/L	0 ～ 5
8.2 ～ 15.0 mg/L	5 ～ 10
15.0 ～ 20.0 mg/L	10 ～ 12

参考) 愛知県農業試験場 1964 年

表-3.3-3 農業用水中の汚濁物質と汚濁程度の関係

汚濁物質	汚濁程度			
	0	1	2	3
全窒素 (mg/L)	2 以下	2～4	4～8	8 以上
アンモニア態窒素 (mg/L)	0.5 以下	0.5～2	2～5	5 以上
COD _{Mn} (mg/L)	7 以下	7～10	10～17	17 以上
全リン (mg/L)	0.2 以下	0.2～0.5	0.5 以上	—
注) 汚濁程度 0: 農業用水として汚濁のない水質 汚濁程度 1: 農業用水として許容される水質 汚濁程度 2: 農業用水として適正な限界を超え対策が必要な水質 汚濁程度 3: 農業用水として著しく汚染され、対策を講じても被害を生じる水質				

参考) 千葉県農業試験場研究報告 23 号 (1982 年 3 月)、森川昌記ら「水質汚濁が稲作に及ぼす影響 第 1 報 汚濁物質濃度と稲作の関係」

表-3.3-4 稲の生育状況、耕作者のかんがい水に対する認識と汚濁程度

汚濁程度	稲の生育状況	耕作者のかんがい水に対する認識	汚濁対策
0	・正常	・汚濁は全く感じない	・ない
1	・水口付近のみ過繁茂 ・倒伏はしない	・汚濁は全く感じない	・ない
2	・圃場全体で過繁茂 ・水口付近で倒伏	・汚濁を認める	・減肥
3	・全面倒伏	・著しい汚濁を認める ・手足にかぶれを感じる	・かんがい水の使用中止 ・節水 ・根付肥程度の施肥に留める

参考) 千葉県農業試験場研究報告 23 号 (1982 年 3 月)、森川昌記ら「水質汚濁が稲作に及ぼす影響 第 1 報 汚濁物質濃度と稲作の関係」

注 1) 生育状況欄では、耕作者の勝手による倒伏は除く。

注 2) 汚濁適度 1 までが無被害濃度の水質基準の性格を持つ。

注 3) 汚濁程度 2 以上が対策基準濃度の水質基準の性格を持つ。

表-3.3-5 作物、特に稲の生育に対する水質汚濁の許容限界濃度

項 目	基準値
pH(水素イオン濃度)	6.0 ～ 7.5
EC(電気伝導度) ^{注意)}	100 mS/m 以下
T-N(全窒素濃度)	5 ～ 10 mg/L 以下
NH ₄ -N(アンモニア性窒素)	3 ～ 5 mg/L 以下
Cl ⁻ (塩素)	500 ～ 700 mg/L 以下
油分	20 ～ 30 L/10a 以下
ABS(界面活性剤)	5 mg/L 以下
COD _{Mn} (化学的酸素要求量)	8 mg/L 以下
SS(浮遊物質)	100 mg/L 以上
DO(溶存酸素)	5 mg/L 以下

参考) 千葉県

注意) EC の単位は、原文では mS/cm を使用。

1mS/m=0.01mS/cm (1mS/m=0.01dS/m=10 μ S/cm=1,000 μ S/m)

一方、T-N の農業（水稻）用水基準 1 mg/L 以下は、処理水を 5 ～ 10 倍に希釈しないと満足できない水質であり、生物膜法の処理方式では処理水を 20 倍程度に希釈しないと農業用水基準を満足しないことが考えられる。

かんがい水（用水）の窒素濃度と水稻の生育収量の関係を示した表-3.3-6 では、生育収量に影響がない T-N 濃度は農業用水基準と同じ 1 mg/L 以下となっているが、かんがい水（農業用水）中の汚濁物質と汚濁程度の関係を示した表-3.3-3 では 2 ～ 4 mg/L（農業用水として許容される水質）、稲の生育に影響しない許容限界濃度を示した表-3.3-5 では 5 ～ 10mg/L となっている。

かんがい水の T-N 濃度が農業（水稻）用水基準 1 mg/L 以上になっても直ちに水稻に被害が出るわけではなく、3 mg/L までは安全であるとする研究成果が多いという報告¹⁾もある。また、窒素の主要形態が有機性窒素（Org-N）やアンモニア性窒素（NH₄-N）でなく、酸化態の硝酸性窒素（NO₃-N）であれば水稻の生育への影響はさらに小さく 5 ～ 6 mg/L 程度までは問題がないという報告²⁾もある。

表-3.3-6 用水の窒素濃度と水稻の生育収量の関係

T-N	生育収量への影響
1 mg/L 以下	まったくなし
1 ～ 3 mg/L	やや過繁茂
3 ～ 5 mg/L	過繁茂、ときに収量減
5 ～ 10 mg/L	収量減
10mg/L 以上	収量激減

参考) 東京都農業試験場 1967 年

処理水は、農業集落排水施設の維持管理が適切で水質管理が十分な状況であれば、無希釈でもかんがい水として利用できる水質に達しているが、T-N 濃度が高い処理水をかんがい水として直接あるいは直接利用に近い形態で利用するときは、かんがい水の T-N を考慮した施肥管理、かんがい水量の制限等で、T-N 濃度を低下させる対策を行うことも必要である。

このように、かんがい用水の水質に関しては事例を含めいくつかの考え方が示されており、水稻への影響には COD_{Mn} や T-N 等による収量の低下以外にも、表-3.3-7 に示した生物障害もある。処理水をかんがい水として利用するに当たっては、処理水の T-N 濃度や水田土壌の蓄積窒素量、水稻の品種、気象条件等を十分考慮し、適切な希釈率や施肥量の調整を行うことが重要である。

表-3.3-7 水質項目の主な生物障害

項 目		主な生育障害
pH(水素イオン濃度)		1) 酸性の強い場合、根の発育が悪くなり獅子尾状根などが発生 2) アルカリ性が強い場合鉄欠乏などによるクロロシス(黄化現象)が発生
COD _{Mn} (化学的酸素要求量)		1) 土壌還元促進 2) 有害物質(硫化水素、有機酸など)の発生 3) これらによる根の活力低下、根腐れの発生
SS(浮遊物質) 注意)		水中に浮遊する無機質の微粒懸濁物が水田に流入した場合、土壌中の間隙が詰まり、土壌の物理的性質(とくに透水性、通気性)が悪くなり、水稻の生育に障害を与える。
DO(溶存酸素)		根の生育が害され、新根の発生、根長、根重が劣る。また、根の呼吸が衰え、養分の吸収が悪く、玄米収量が減少する。
T-N(全窒素濃度)		水稻に対する窒素の過剰害は次の諸特徴として現れる。 1) 過繁茂、2) 倒伏、3) 登熟不良、4) もみ殻の大きさの縮小 5) 不稔もみの増加、6) 米質の悪化
EC(電気伝導度)		灌漑水中の塩類濃度が高くなると、 1) 浸透圧の増加により根に吸水障害が起こる。 2) 塩類の成分組成、成分濃度のアンバランスにより作物の養分吸収に異常が起り、栄養と代謝が阻害される。 3) 外見としては、最初、葉先に黒褐色の斑点が生じ、その後その部分から下部へ白葉枯葉の外縁部の葉枯れに拡大して葉の先枯れが起こる。また、下葉は葉鞘付近から屈折下垂して流れ葉となる。
重金属	As(ヒ素)	1) 葉脈を残し黄変葉となり、さらに症状が進めば白葉化する。 2) 黄化葉は新葉から始まる。根は腐根となり、新根の発生抑制被害大なるものは、全茎黄化し、枯死する。
	Zn(亜鉛)	1) 葉脈間がクロロシスを呈し、青枯れの症状を示す。 2) 根の生育が阻害される。
	Cu(銅)	葉の先端部から黄化し、根が萎縮して伸びない。

出典) 田淵俊雄編著 「農業土木技術者のための水質入門」

注意) 農業用水に対しては、無機質の微粒懸濁物(土粒子)の流入による土壌の透水性悪化とそれによる生育阻害が考えられ、農業試験場の結果より堆積厚 3 cm が許容であり、このことから農業用水は 100mg/L 以下とすることが判断された。一方、処理水に含まれる SS は主に微生物等の有機物であり、無機質の微粒懸濁物は処理の過程で大部分が除去されている。

(2) 畑地かんがい

畑地かんがいでは、作物の収量のみならず品質を向上させるために、作物の水分に対する生理上の特性の理解が大切で、そのためにかんがいの開始時期や土壌水分状態について、作物の種類や生育ステージ別に配慮する必要がある。例えば、果樹では、生育前半には樹勢の強化と果実の肥大を図るために、土壌を適当な水分状態に保つように管理される。しかし、生育後半では果実の品質向上を図るため、積極的に乾燥状態に保つようにされる場合もある。

高品質な作物生産を行う野菜等の集約栽培では、用水を少量で頻繁にかんがいすることにより、作物の水分消費に即応したかんがいを行うことができる等の営農栽培条件がある。用水計画の基礎となるほ場単位用水量は、気象条件の変動に伴う変化はもとより、ほ場条件の変化や営農に由来する栽培方式、用水供給に伴う作付作物の変動、用水の管理方式、地形・土壌等の変化によっても異なる。

畑地かんがいについては、対象作物や気象条件等により留意すべき水質項目や濃度等が異なることから、国内の統一的な水質基準は制定されていないが、作物への影響が無視できるかんがい水から流入する窒素量の限界は $15\text{kg}/10\text{a}$ であり、これを超えると土壌中の窒素を含む易分解性有機物は増加するといわれている³⁾。また、塩化物イオン（塩素イオン濃度）に関する濃度基準は、表-3.3-8 の畑地かんがい水や表-3.3-9 のハウス栽培のかんがい水のように地域別に示されているものがある。

表-3.3-8 畑地かんがい水に関連する水質基準

塩素イオン濃度	備 考
142 mg/L	カリフォルニア州のガイドライン
249 ～ 426 mg/L	スコフィールドの提案
200 mg/L	茨城県鹿島南部農業水利事業
250 mg/L	千葉県黒ボク土畑の暫定基準

表-3.3-9 ハウス栽培におけるかんがい用水の塩素イオン濃度の類型

塩素イオン濃度 (mg/L) 注意	判 定
80 以下	すべての作物に用いても差し支えない
80 ～ 150	耐塩性の弱い作物の長期栽培に不適当
150 ～ 250	耐塩性の弱い短期栽培及び耐塩性の強い作物の長期栽培に不適当
250 以上	すべての作物に用いることは不適当

参考) 高知県

注意) 原文の塩素濃度を、塩素イオン濃度とした。

農業集落排水施設の処理水を直接利用あるいは希釈程度が低く直接利用に近い形態でかんがい水に利用する場合は、上記のような地域別の基準に留意しつつ、ISO ガイドラインにおいて整理されている処理水の категория とかんがい対象作物やかんがい手法等から必要なバリア数を確認し、効果的なバリアの種類を選定し、農作業の従事者や作物、周辺環境の公衆衛生等に配慮した改善を行うことも必要である。

近年、付加価値が高い花卉類の栽培に処理水をかんがい利用する地域がある。ISO ガイドラインでは、食用作物とは別に飼料作物と種子作物のかんがいについて、バリアの種類が示されている。処理水の категория は概ね C の「良好な水質の下水処理水」以上に位置付けられるので、花卉類の栽培に処理水をかんがい利用しても、表-3.2-3 から必要となるバリア数は 0 で、そのまま利用しても問題ないと考えられる。

なお、ISO ガイドラインでは、下水処理水のかんがい利用（直接利用）における栄養塩類の許容濃度（例）を T-N 濃度で 25mg/L（平均値）（表-3.3-10 を参照）としている。

表-3.3-10 下水処理水のかんがい利用における栄養塩類の許容濃度（例）

水質項目	単位	月平均	最大値
アンモニア性窒素	mg/L	20	30
全窒素	mg/L	25	35
全リン	mg/L	5	7
注) 本表は、イスラエルにおいて、かんがいや2010年4月に改定されたイスラエルの公衆衛生基準(処理水利用の品質と再生利用のルールに関する基準)によるもの			

出典) ISO 16075-1、Table B.1

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

注意) かんがい時期に 500 mm から 600 mm (5,000 m³/ha～6,000 m³/ha) の水量で、ほ場をかんがいするときに作物が吸収する窒素とリンの関係から得られた濃度である。

【参考資料】

- 1) 増島博、日高伸：農業用水に求められる水質、農業土木学会誌第 62 巻第 11 号、pp33～36（1994）
- 2) 治多伸介、中矢雄二：水田での再生水利用の現状と発展性、農業農村工学会誌第 79 巻第 11 号、pp7～10（2011）
- 3) 増島博：農業土木技術者のための水質入門（その 2）—水質と作物生育—、農業土木学会誌第 52 巻第 9 号、pp51～56（1984）

第4章 処理水を利用するかんがい施設と留意事項

1. かんがい施設の構成

処理水をかんがい利用する場合の施設の構成は、かんがいする作物や地形条件により決定されるが、一般的には、貯水施設、ポンプ施設、用水路、末端かんがい施設等で構成される。

【解 説】

処理水をかんがい利用する場合、かんがい作物やかんがい手法によって施設の構成が変わるが、基本的な施設の構成は、一般的なかんがい施設と同じである。

(1) 貯水施設の必要性

処理水は、年間を通して毎日発生するのに対し、かんがい利用する期間は、作物ごとに限られている。処理水を効率的に利用するためには、処理水を貯留する貯水施設を設ける必要がある。なお、処理水をかんがい利用する場合は、処理水を周年利用できる貯水施設を設計することが多い。

また、防除用水や水回りの悪い水田のように、水が不足する時期に一時的に使用する場合もあるが、処理水が常時主たる水源となる場合は、貯水施設の建設が必要である。

【事例】1,000人規模の処理水をかんがいに利用する場合

A) 1,000人規模の処理水の発生量

$$= 270 \text{ L}/(\text{日} \cdot \text{人}) \times 1,000 \text{ 人} \div 1,000 = 270 \text{ m}^3/\text{日}$$

① 水田かんがい

B) 水田かんがい（減水深 20mm）の場合の ha 当たりの日必要水量

$$= 0.020 \text{ m} \times 10,000 \text{ m}^2 \div 0.9 \text{ (かんがい効率)} = 222 \text{ m}^3/(\text{日} \cdot \text{ha})$$

C) 水田かんがい可能面積

$$= A / B = 1.215 \text{ ha}$$

② 畑地かんがい

D) 畑地かんがい（3 mm（日消費水量）× 7 日（間断日数）＝ 21 mm）の場合の ha 当たりの日必要水量

$$= 0.021 \text{ m} \times 10,000 \text{ m}^2 \div 0.9 \text{ (かんがい効率)} = 234 \text{ m}^3/(\text{日} \cdot \text{ha})$$

E) 畑地かんがい可能面積

$$= (A / D) \times 7 \text{ (ローテーション)} = 8.08 \text{ ha}$$

(2) ポンプによる圧送の必要性

農業集落排水施設は、集落から排出される生活排水を処理するため、一般的には地域の下流域に設置される場合が多い。このため、処理水を、地域の農地に直接かんがいする場合は、ポンプによる圧送が必要となる場合が多い。

なお、貯水施設とポンプ施設は、かんがい作物と面積や地形条件等により位置が前後することがある。処理水をかんがい利用する場合のかんがい施設の構成例として、次の4つのパターンを図-4.2-1に示す。

「オープン形式」

- ① 農業集落処理施設→貯水施設→ポンプ施設（送水路）→貯水施設→用水路→末端かんがい施設
- ② 農業集落処理施設→貯水施設→ポンプ施設（送水路）→用水路→末端かんがい施設

「クローズ形式」

- ① 農業集落処理施設→貯水施設→パイプライン（ポンプ圧送）→貯水施設→パイプライン→末端かんがい施設
- ② 農業集落処理施設→貯水施設→用水路→末端かんがい施設

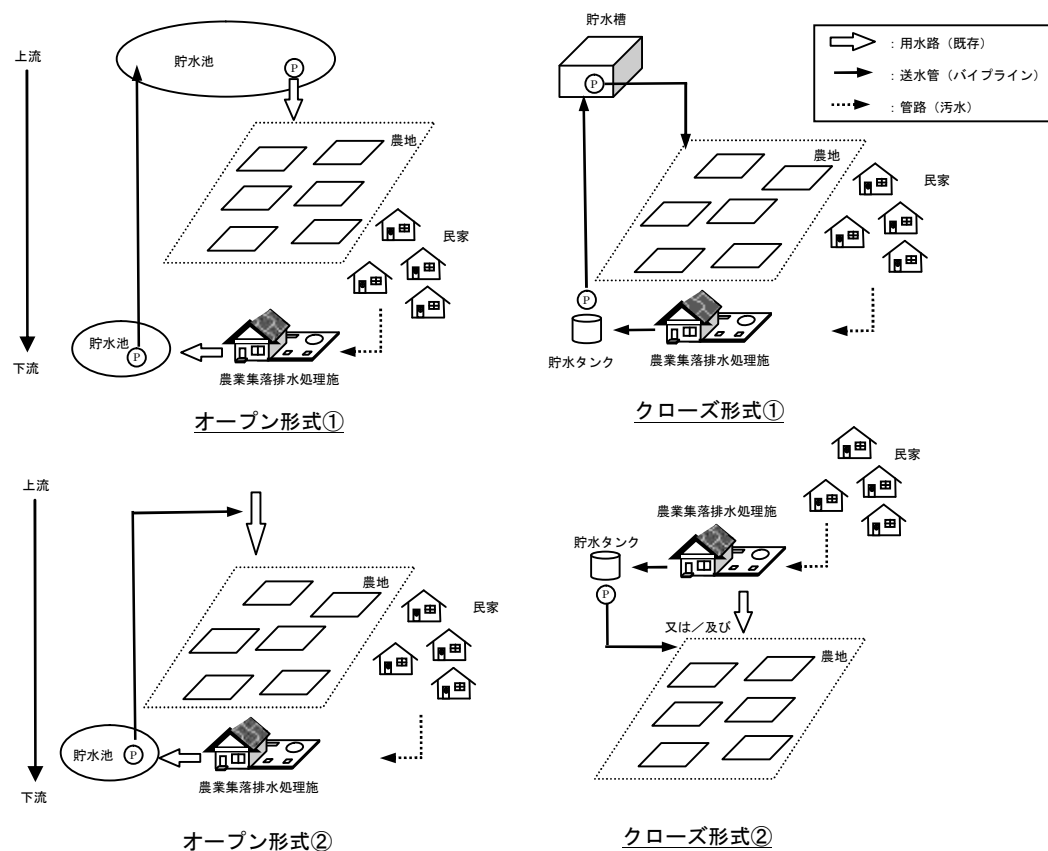


図-4.2-1 かんがい施設の構成例

2. 貯水施設

貯水施設の形式や構造は、かんがい作物や対象面積による規模や施設の位置等の地
形条件によって選定されるのが一般的である。ただし、農業集落排水の処理水は、貯
留期間の間に、生物学的、物理的および化学的な変化を受けることから、貯水施設の
形式や構造を検討するに当たっては、貯留による影響（微生物の増殖や生物膜の形成、
SS や底泥の増加、pH の変動、栄養塩類の形態変化及び溶存酸素や残留塩素の減少等）
についても検討する必要がある。

【解 説】

貯水施設の形式は、大きくオープン形式とクローズ形式に区分される。

一般的なかんがい施設では、貯留規模が大きいこと及び水面を目視で確認できること並
びに雨水も活用可能となることから、ため池等のオープン形式が採用されることが多い。
処理水を希釈して使用する際は、ため池で他のかんがい用水と併せて貯留するオープン形
式や構造の事例が多い。オープン形式の場合、表面水に混じり土砂やゴミの流入、植物プ
ラクトンや藻類の発生等、維持管理作業の頻度を高くする要因が多いため、処理場と一
体的に管理する方が有利である。

一方、処理水を直接使用する際には、水量が少ないことから貯水施設が小規模で済むク
ローズ形式や構造とすることも可能である。貯水施設を処理場から離れた位置に設置す
る場合で、頻度の高い維持管理や監視が困難な場合は、クローズ形式を採用することが考え
られる。

処理水は、排水基準や条例等の各種基準に基づいた水質を有している。処理水を貯水施
設で貯留した場合、貯水施設では微生物（藻類を含む）の増殖や生物膜の形成、SS（浮遊
物質）や底泥の増加、pH の変動、栄養塩類（窒素、リン）の形態変化及び溶存酸素（DO）
や残留塩素の減少等、生物学的、物理的及び化学的に水質や底質が変化することが考えら
れる。

このため、貯水施設の形式や構造の決定に当たっては、貯留する処理水の水質変化や貯
留期間等の影響、貯水施設の機能や規模、設置位置や周辺条件及び維持管理体制等を考慮
し検討する必要がある。

なお、貯水施設は、処理水の水質によるが、長期間貯留した場合、生物膜の形成や SS
沈積等の定期的な清掃が必要となると考えられる。

（1）オープン形式

クローズ形式に比べて安価であり、大規模な施設の建設に適している。一方で、落ち
葉や種子、土砂等の混入による水質の悪化、アオコの発生、藻類成長等、水質変化等、
外的な影響を受けやすいため、細かな維持管理が必要であるが、目視による監視等も可
能であり、維持管理作業は容易に実施できる。

また、雨水の活用が可能であることから水不足の地域に有利であるが、一方で、雨水による希釈等で栄養塩類（窒素、リン）の濃度が減少する他、残留塩素の減少効果が高い形式といえる。周辺から土砂等が流れ込むため、底部に堆積した土砂や汚泥等の撤去・排出作業を考慮した構造とすることが必要である。

（２）クローズ形式

外的影響を受けづらいため、安定的な貯水が可能であり、維持管理頻度が少なくてすむ等のメリットが考えられるが、オープン形式に比べ建設コストが高い。

また、目視による監視が困難であり、底部に堆積した土砂や汚泥等の撤去・排出作業を考慮した構造とすることが必要である。

貯水施設の形式や構造を検討するに当たっては、かんがいシステム全体の検討において貯水施設の位置を踏まえた検討が必要である。

3. ポンプ施設および用水路

処理水の多くは直接公共用水域に放流するが、農業集落排水施設の上流域の水田及び畑地でかんがい利用する場合、ポンプによる圧送を伴うため、用水路はパイプラインとなるのが一般的である。

水田かんがい等において、既存の用水路（開水路）を利用する場合は、自然流下で排水が可能となるよう貯水施設を上流部に配置する必要がある。

なお、ポンプ設備の設置については、汚泥等のポンプの稼働に支障になるものを引き込まないよう、設置高さ等に留意する必要がある。

【解 説】

農業集落排水施設は、集落の生活排水を管路施設で収集するため地域の下流域に設置されることが多い。農業集落排水施設の上流域にある水田及び畑地で処理水をかんがい利用する場合には、ポンプによる圧送を伴うため用水路はパイプラインとなるのが一般的である。このため、水田かんがい等において、既存の用水路（開水路）を利用する場合は、自然流下で排水が可能となるよう貯水池を上流部に配置する必要がある。

処理水は、管路施設で移送する汚水（流入汚水）と異なり夾雑物を含まないため、貯水施設による性状変化がなければ、ポンプ及びパイプラインの施設や材質自体は、一般的なかんがい施設で利用するものと同様のものが活用できると考えられる。

しかしながら、貯水施設からの圧送等においては、沈殿した汚泥等、一般的なポンプの稼働に支障となるものを引き込まないよう、設置高さ等に留意する必要がある。

4. 末端かんがい施設

末端かんがい施設は、多様なかんがい手法により区分されるが、処理水をかんがい利用するに当たっても利用が可能である。特に畑地かんがい利用に当たっては、目詰まり対策等、処理水の水質に応じた管理を行うことが必要である。

【解 説】

末端かんがい施設は、表-4.4-1 のように、多様なかんがい手法により区分されている。これらの末端かんがい施設は、処理水をかんがい利用するに当たっても利用が可能である。

表-4.4-1 かんがいの区分と方法

区 分	かんがい方法
散水かんがい スプリンクラーにより圧力水を噴射させ、降雨状または噴霧状にしてかんがいする方法。様々な地形条件や土壌に適用できるが、散水量の分布は風の影響を強く受ける。	① スプリンクラー法 比較的広い範囲に降雨状の散水をする。 ② ミスト法 施設内で特殊なノズルを用い噴霧水として散布する。
定置パイプかんがい ほ場に設置したパイプ類に設けた小孔より散水または滴下によってかんがいする方法。	① 点滴法 ほ場に設置されたパイプ内の水圧を、ドリップ・エミッター（末端の減圧装置）という特殊なノズルや配水管やチューブ、弁等からなる流路で低下させ、作物の根元周辺に連続的にかんがい水を滴下させる方式。正確に流量が設定できるので、乾燥地での節水や土壌への塩類集積を防ぐ方法として注目されている。定置パイプかんがいの点滴型である。 ② 多孔管法 パイプにあけた多数の孔から比較的低压水で散水する。孔はパイプと一体となって構成されている。
地表かんがい 地表面を流水または湛水によってかんがいする方法。均等な水分布を与えるために、ほ場を一定勾配あるいは平坦に整地する。	① 畝間法 作物を植えている畦と畦の間に通水する方法してかんがいする畦間法。 ② ボーダー法 土を盛って区画の境界を設けた低い畦畔で区切った帯状の区画に薄層流で全面越流させる方法。 ③ コンターディッチ法 等高線に沿って設けた溝から取水し、下方斜面に越流してかんがいする方法。 ④ 水盤包囲
地下かんがい 用水路と暗渠上流部を接続しかんがい用水を通水することで、地下水位を上昇させ、根群をかんがいする方法。	① 地下法 暗渠または明渠を用いて、側方または下方から毛管作用により根群域をかんがいする方法。 ② 地中法 地表下 5 ～ 20cm に敷設した小口径の多孔管から浸潤させ、毛管作用により根群域を直接かんがいする方法。

定置パイプかんがいの点滴法はバリアの種類（点滴かんがい）の1つになっており、表-3.2-4の点滴かんがいではバリア点数が適用方法により1～3となっている。点滴かんがいは、散水量の低減ができ処理水をより安全にかんがい利用する手法として推奨できるかんがい方法といえる。

ISOガイドラインでは、下水処理水をかんがい利用するに当たり、末端かんがい施設の見詰まりや、施設の腐食について指摘しており、処理水についても、見詰まり対策等、処理水の水质に応じた管理を行うことも必要である。

処理水を利用したかんがい施設の構成例を、表-4.4-2に参考として示す。

表-4.4-2 農業集落排水施設の処理水を利用したかんがい施設の構成例

栽培形態	かんがい作物	主なかんがい施設	処理水の利用方法
ハウス栽培 露地栽培	マンゴー、トマト、ゴーヤー、レタス、インゲン、サトウキビ、花卉類等	①管水路→開水路→「地下タンク+開水路+バルブ」→水中ポンプ→ストレーナー→ホース→散水器具 ②貯水槽→取水ポンプ→ホース→ローリータンク	直接利用 ^{注1)} (雨水混入あり)
ハウス栽培 露地栽培	サトウキビ、ゴーヤー、インゲン、マンゴー、キュウリ等	①ポンプ圧送→貯水池→ポンプ圧送→ファームポイント→「パイプライン+バルブ+水量計」→ホース→散水器具 ②貯水槽→バルブ→ホース→ローリータンク	直接利用 ^{注1)} (雨水混入あり)
露地栽培	柑橘類等	パイプライン(圧送)→貯水槽→パイプライン→取水スタンド→バルブ→ホース→ローリータンク	直接利用 ^{注1)}
露地栽培	柑橘類等	貯水槽→取水ポンプ→ホース→ローリータンク	直接利用 ^{注1)}
ハウス栽培 露地栽培	水稻、畑作物、花卉類(マカレット、キンギョソウ、ストック、キンセンカ)	パイプライン(圧送)→ため池→パイプライン→バルブ→ホース→畑地、水田	直接利用 ^{注1)} (雨水混入あり)
露地栽培	水稻	パイプライン(圧送)→開水路→水田	間接利用 (雨水混入あり)
露地栽培	水稻、ブロッコリー、レタス等	パイプライン(圧送)→ため池→パイプライン→バルブ→ストレーナー→ホース→水田、畑地	間接利用 (雨水混入あり)

注1) 直接利用：専用の水路あるいは配管で、貯水施設等に送水されている地区

注2) 間接利用：既存の水路等に送水されている地区

直接利用の地区では、主に専用のパイプラインあるいは管水路や開水路で処理水をかんがい農地や専用の貯水施設に送水している。貯水施設は周囲の環境水が混入しにくい構造になっているものもあり、希釈程度が低い施設となっている。一方、間接利用の地区では、既存の開水路あるいは貯水施設で構成されており、処理水は放流先で直ちに環境水によっ

て希釈される。専用のパイプラインで送水される場合でも、貯水施設が周囲の環境水を取り入れる構造のものが多く、希釈度合いが高くなる施設となっている。

用水計画は、受益地区の気象、土壌、作物の特性等を十分把握した上で、営農及び用水利用の展開方向等の用水量の変動要因を総合的に検討して、想定される用水量を充足し、かつ、かんがい施設計画と整合させる必要がある。

一般的に、畑地かんがいの用水計画は、畑作物の根は一般に浅く、干天が続けば比較的早い時期に干ばつ被害を受けるため、降雨の有効利用を図りながら不足する土壌水分量を補給する補給かんがいである。

5. 設計上の留意事項

処理水のかんがいシステムを計画設計するに当たり、特に、少量の処理水を貯留する貯水施設、放流される処理水を送水するポンプ、処理水を効率的に利用する末端かんがい施設について総合的に検討する必要がある。

【解 説】

処理水の特徴から、かんがいシステムを計画設計する上での留意事項として、次の点が挙げられる。

① 貯水施設

処理水は、常時安定的に放流されるものの、流量が少量のため、かんがい水として利用するためには、その利用方法やかんがい方式等に応じた貯水施設の設計が必要となる。

なお、オープン形式の貯水施設は水質等の目視確認が容易で雨水等の確保も可能になる効果がある。

② ポンプ施設

農業集落排水施設が生活排水の処理を目的としていることから、流入汚水を効率的に集めるため、標高の低い場所に設置されることが多い。そのため、そこから放流される処理水のかんがい水として利用するためには、ポンプ等により標高の高い場所に送水する施設の設計が必要になる。

③ 末端かんがい施設（マイクロかんがい）

少量の処理水を安定的なかんがい水として利用するためには、点滴法等の節水型のかんがい方式の適用が必要となる。また、点滴法のかんがい方式の適用に当たっては、処理水に含まれる塩化物イオンや微生物の増殖による目詰まりが考えられることから、口径の検討や定期的な清掃が可能となるように留意する必要がある。

なお、配管の誤接合並びに腐食及び閉塞防止対策などに留意した設計も必要である。

6. 維持管理上の留意事項

管理者は、処理水をかんがい利用することで問題にならない水質を保つよう農業集落排水施設の施設管理に努める必要がある。

また、農家等に対しては、目視や臭い等により、用水路や末端かんがい施設（水路やバルブ等）に汚れがないか、かんがい水質に異常がないかを定期的に観察する等の助言を行うことも必要である。

【解 説】

農業集落排水施設の処理水は、通常 ISO ガイドラインにおけるカテゴリ C「良質な水質の下水処理水」以上であり、かんがい水として十分利用できる水質を有している。一方、生食として食される農作物の栽培にかんがいする場合は、食の安全性の確保に万全を期することが必要である。

このため、管理者は、一般的には想定できない処理施設内の突発的な機器の故障等により処理が不十分な状態で処理水を放流し、かんがい水の水質低下を引き起こさないよう、かんがい利用に当たり問題とならない処理水質を保つよう施設管理に努める必要がある。

また、農家等に対しては、目視や臭い等により用水路や末端かんがい施設（水路やバルブ類等）に汚れがないか、かんがい水質に異常がないかを定期的に観察し、汚れが認められる場合は清掃するとともに汚れを防ぐよう努めたり、必要に応じて管理者に連絡する等の助言を行うことも必要である。

管理者は、かんがい施設やかんがい水に異常を確認した場合は、必要な措置を早急に実施する必要がある。

なお、農業集落排水施設や水質に関しては、適宜第 5 章モニタリングを参照する。

第5章 処理水をかんがい利用する場合のモニタリング

1. 農業集落排水施設の処理水質のモニタリング

農業集落排水施設の管理者は、かんがい利用に適した処理水を放流することが必要である。そのため、処理施設毎に定められた水質管理及び浄化槽法に基づく保守点検・清掃・定期検査（水質検査）等を実施し、処理施設の適正な保守点検に努める。

【解 説】

農業集落排水施設の管理者は、処理施設が十分な処理機能を発揮しかんがい利用に適した処理水を放流するため、処理状況や処理水質を監視することが必要である。管理者は、処理施設毎ごとに定められた水質管理（水質測定及び水質分析）及び浄化槽法に基づく保守点検・清掃・定期検査（水質検査）を実施し、処理施設の適正な保守点検に努める。

水質測定は保守点検時に現場において直ちに行う現場測定であり、水質分析は採水した試料を分析機関に持ち込み公定法（日本工業規格（JIS）、各種告示等）に基づき分析する採水分析である。

農業集落排水施設で行う主な水質管理項目は、以下に示すとおりである。なお、処理施設によって水質管理項目は異なる。

（水質測定項目）

水温、透視度、色相、臭気、DO、pH、ORP、汚泥（生物膜）、残留塩素等

（水質分析項目）

BOD、SS、COD_{Mn}、T-N、NO_x-N（NO₂-N、NO₃-N）、NH₄⁺-N、T-P、PO₄³⁻-P、大腸菌群数等

一般に、水質分析は、計量証明書を発行できる公的な分析機関（計量証明事業所）で分析する。また、処理水のかんがい利用を開始するに当たっては、表・3.1・3 に示した排水基準の有害物質項目についても必要に応じて分析する。ただし、分析の結果、許容濃度以下の有害物質に関しては、定期的な監視項目から取り除くことができる。

なお、ISO ガイドラインでは、分析機関における品質保証や品質管理の方法について述べているが、計量証明事業所は計量法に基づいた適正な分析を実施しており、分析の精度や分析の結果を管理及び保証している。

一方、公定法に拠らない分析方法であるが、維持管理の現場で短時間に分析できる簡易水質測定法を監視に活用することもできる。簡易分析方法の主な活用方法は、放流水の残留塩素濃度を分析し消毒効果を確認する、有機物指標の1つである COD_{Mn} を分析し処理状況を確認する、又は窒素除去を目的とする施設において NH₄⁺-N や NO_x-N を分析し窒素除去状態を判断する等であり、運転条件や処理水質を判断する材料の1つとして適宜利用できる。

(1) 監視項目と監視頻度

一般に、放流水の定期検査の場合には、放流水を採取することとなるが、通常、残留塩素及び大腸菌群数の細菌試験以外の項目は、沈殿槽流出水を試料として採取する。

(BOD 等の水質検査は、「消毒槽等に入る直前の処理水を採取する。」「浄化槽法第 7 条及び第 11 条に基づく浄化槽の水質に関する検査の検査内容及び方法、検査票、検査結果の判定等について」(平成 7 年 6 月 20 日付け衛浄第 34 号厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課浄化槽対策室長通知、最終改訂：平成 14 年 2 月 7 日付け環廃対第 104 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課浄化槽対策室長通知))とされている。)

処理水の水質測定及び水質分析に用いる試料採取の位置の例を示す。

① 沈殿槽流出水

越流せきの流出部（ノッチから消毒器までの間）

② 回分槽流出水

回分槽の流出部（散水ポンプ槽、上澄水排出装置の移流水）

③ 消毒槽流出水

消毒槽流出部

代表的な農業集落排水施設の処理方式について、主な監視位置ごとの監視項目及び頻度等の一覧表を、表-5.1-1～6 に示す。

なお、表中の記号は次のとおりである。

◇、◆：1 回／週間

○、●：1 回／2 週間

□、■：1 回／月間

☆：1 回／6 か月間

○◇□☆：槽流出水

◆●■★：槽内水

※印：処理機能を確認する場合、必要に応じて実施する。

表-5.1-1 農業集落排水処理施設における監視項目
(生物膜法：分離接触ばっ気方式)

監視位置	水 質 管 理 項 目																	
	水 温	透視度	色 相	臭 気	DO	pH	ORP	生物膜	BOD	SS	COD	T-N	NO _x -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	残留塩素	大腸菌群数
沈殿槽	●(■)	○(□)	○(□)	○(□)	●(■)	●(■)	●(■)		□	□	※	※	※	※	※			
消毒槽			□	□													○(□)	☆

注 1) () 内は処理対象人口 501 人未満の場合

注 2) 施設が 2 系列の場合は、2 系列とも同様の測定を行うものとする。

表-5.1-2 農業集落排水処理施設における監視項目
(生物膜法：嫌気性ろ床槽ばっ気方式)

監視位置	水 質 管 理 項 目																	
	水 温	透視度	色 相	臭 気	DO	pH	ORP	生物膜	BOD	SS	COD	T-N	NO _x -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	残留塩素	大腸菌群数
沈殿槽	●	○	○	○	●	●	●		□	□	※	※	※	※	※			
消毒槽			○	○													○	☆

注) 施設が 2 系列の場合は、2 系列とも同様の測定を行うものとする。

表-5.1-3 農業集落排水処理施設における監視項目
(浮遊生物法：回分式活性汚泥方式)

監視位置	水 質 管 理 項 目																		
	水 温	透視度	色 相	臭 気	DO	pH	ORP	SV	MLSS	BOD	SS	COD	T-N	NO _x -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	残留塩素	大腸菌群数
回分槽	◇◆	◇◆	◇◆	◇◆	◇◆	◇◆	◇◆	◆	■	□	□	※	□	※	※	□			
散水ポンプ槽	(◆)	(◆)	(◆)	(◆)	(◆)	(◆)	(◆)			(■)	(■)	※	(■)	※	※	(■)	※		
消毒槽			◇	◇														◇	☆

注 1) (◆) (■) は回分槽流出水（処理水）の水質検査を、散水ポンプ槽内水の水質検査で代用する場合がある。

注 2) 窒素を除去しない処理施設では、窒素化合物の検査を省略することができる。

注 3) 施設が 2 系列の場合は、2 系列とも同様の測定を行うものとする。

表-5.1-4 農業集落排水処理施設における監視項目
(浮遊生物法：長時間ばっ気方式)

監視位置	水 質 管 理 項 目																		
	水 温	透視度	色 相	臭 気	DO	pH	ORP	SV	MLSS	BOD	SS	COD	T-N	NO _x -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	残留塩素	大腸菌群数
沈殿槽	◆	◇	◇	◇	◆	◆	◆			□	□	※	□	※	※	□	※		
消毒槽			◇	◇														◇	☆

注 1) 窒素を除去しない処理施設では、窒素化合物の検査を省略することができる。

注 2) 施設が 2 系列の場合は、2 系列とも同様の測定を行うものとする。

表-5.1-5 農業集落排水処理施設における監視項目
(浮遊生物法：オキシデーションディッチ方式)

監視位置	水 質 管 理 項 目																		
	水 温	透視度	色 相	臭 気	DO	pH	ORP	SV	MLSS	BOD	SS	COD	T-N	NO _x -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	残留塩素	大腸菌群数
沈殿槽	◆	◇	◇	◇	◆	◆	◆			□	□	※	□	※	※	□	※		
消毒槽			◇	◇														◇	☆

注 1) 窒素の上乗せ基準が定められていない地域においては、窒素化合物（T-N、NO_x-N、NH₄+N）の測定は必要に応じて実施、又は除く。

注 2) 施設が 2 系列の場合は、2 系列とも同様の測定を行うものとする。

表-5.1-6 農業集落排水処理施設における監視項目
(浮遊生物法：膜分離活性汚泥方式)

監視位置	水 質 管 理 項 目																		
	水 温	透視度	色 相	臭 気	DO	pH	ORP	ろ紙ろ過	MLSS	BOD	SS	COD	T-N	NO _x -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	残留塩素	大腸菌群数
処理水	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇			□	□	※	□	※	※	□	※		
消毒槽			◇	◇														◇	☆

注) COD_{Mn}、窒素及びリンの上乗せ基準が定められている地域においては、COD_{Mn}、窒素化合物 (T-N、NO_x-N、NH₄⁺-N)、リンの測定を行うものとする。

(2) 試料の採取方法

試料の採取方法は、主に次の2方法がある。

ア 混合試料 (コンポジットサンプル)

1日 (24時間) をいくつかの時間帯 (通常は1日を3～4つの時間帯に区別する) に分けて連続的に試料を採取し、これら試料を時間帯ごとの流量に合わせて比例混合した試料 (コンポジットサンプル) を混合試料という。

なお、pH、BOD、COD_{Mn}、SS、MLSS、T-N、NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N、T-P、PO₄³⁻-P など、室内分析を要する水質検査項目については、経時変化の影響を少なくするため、下記の (イ) の時間帯の混合試料を作成し、平均試料を得ることが望ましい。

① 試料の採取

試料の採取は、採取時間帯の各時間ごとに、3～4回程度行う。1時間当りの採取量は、1.0～2.0L程度とする。

② 混合試料の調整

流入原水を調査する場合、採取した試料は、採取時間ごとの流量で按分した量を分取し、それを混合して混合試料を調整する。流入原水以外の調査においては、試料を一定量ずつ分取し混合する。

③ 分取量と混合試料量

混合試料の調整に用いる各試料の分取量は 100mL 以上とし、各試料はバケツ等を用いて混合する。

混合試料は、多め (2.0～5.0L程度) に調合する。

なお、各試料の分取は、十分攪拌してから行う。

イ スポット試料

ある時刻に採水した試料のことを、スポット試料という。処理機能を判断することを目的として分析に供する試料は混合試料とすることが望ましいが、時間的制約等によりスポット試料で対応する場合には、目的に応じて流入水量が 24 時間平均値に近いと思われる時刻、あるいは流入汚濁負荷量が最大となる時刻 (通常、7:00～12:00 又は 16:00～21:00) 等に試料の採取を行うことが望ましい。なお、スポット試料を採取した場合には、採取時刻を記録しておくことが必要である。

(3) 現場測定における留意事項

現場測定に際しては、各測定項目に応じた測定器具が必要である。集落排水処理施設の管理者は、保守点検業者に対して、器具ごとの特徴や取扱方法を十分理解した上で、測定目的に応じた器具・方法を選択するよう指導する。

測定器具には、水洗浄等によって測定精度を保つことができるもの、センサーのように定期的な校正が必要なものなどがあり、測定方法については、試料を槽外に出して測定する方法と槽内部において測定する方法がある。

また、測定時間帯等によって測定結果が異なる場合があるので、点検表に測定データを記録する際には、日時や流量調整ポンプの運転状況も併せて記述する。水質データについては、経時変化から有用な知見が得られるのでデータベース化することが望ましい。

なお、保守点検記録は、浄化槽管理者（農業集落排水施設の管理者）が3年間保管しなければならない。（浄化槽法施行規則第5条7）

（４）浄化槽法上の法定検査

浄化槽管理者は、汚水処理施設が正常に機能していない場合には、それが構造に起因するものであれ、管理の不備によるものであれ、速やかに改善を行い、常に正常な機能を維持する必要がある。このため、浄化槽法では、浄化槽管理者は都道府県知事が指定する検査機関（以下「指定検査機関」という。）の行う水質に関する検査を受けなければならないとする検査制度が定められている。検査には、設置後の水質検査（第 7 条）と定期検査（第 11 条）とがあり、いずれも外観検査、水質検査及び書類検査の 3 つの検査から構成されている。

検査方法は「浄化槽法第 7 条及び第 11 条に基づく浄化槽の水質に関する検査の検査内容及び方法、検査票、検査結果の判定等について」によるものとし、これによらない水質項目については、「排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法」（昭和 49 年環境庁告示第 64 号、最終改正：平成 20 年環境省告示第 42 号）、「日本工業規格 JIS K 0102」、「下水の水質に関する検定方法等に関する省令」（昭和 37 年厚生・建設省令第 1 号、最終改正：平成 17 年国土交通省・環境省令第 4 号）等によるものとする。なお、法定の検査方法にはならないが、現場で検査結果が得られる方法として、簡易水質検査法があるので適宜利用してもよい。

浄化槽法第 7 条及び第 11 条に基づく浄化槽の水質に関する検査項目を表-5.1-7 に示す。

ア 設置後等の水質検査（7 条検査）

設置後等の水質検査（7 条検査）は主に浄化槽の設置工事の適否及び機能状況を早い時期に確認するために行うものであり、浄化槽管理者は、浄化槽の使用開始後 3 か月を経過した日から 5 か月の間に指定検査機関の行う水質に関する検査を受けなければならない（浄化槽法第 7 条第 1 項、同法施行規則第 4 条第 1 項）。

浄化槽管理者は、設置後等の水質検査に係る手続きを、当該浄化槽を設置する浄化槽工事業者に委託することができる（浄化槽法施行規則第 4 条第 3 項）。

イ 定期検査（11 条検査）

定期検査は（11 条検査）は、主に保守点検及び清掃が適正に実施されている否かを判断するために行うものであり、浄化槽管理者は、環境省令で定めるところにより、毎年 1 回、指定検査機関の行う水質に関する検査を受けなければならない（浄化槽法第 11 条第 1 項）。

浄化槽管理者は、定期検査に係る手続きを、当該浄化槽の保守点検又は清掃を行う者に委託することができる（浄化槽法施行規則第 9 条第 2 項）。

ウ 指定検査機関

都道府県知事は、当該都道府県の区域において第 7 条第 1 項及び第 11 条第 1 項の水質に関する検査の業務を行う者を指定する（浄化槽法第 57 条第 1 項）。

表-5.1-7 浄化槽法(第7条及び第11条)に基づく水質に関する検査

項目	7 条検査	11 条検査	検査方法等
(1) 外観検査			
浄化槽設置状況	○	○	
設備の稼働状況	○	○	
水の流れ方の状況	○	○	
使用の状況	○	○	
悪臭の発生状況	○	○	
消毒の実施状況	○	○	
か、はえ等の発生状況	○	○	
(2) 水質検査			
水素イオン濃度	○	○	比色法又はガラス電極法
汚泥沈殿率	○		容量 1L で内径 6.5cm のメスシリンダーを使用
溶存酸素量	○	○	(JIS K 0102) 32.3
透視度	○	○	(JIS K 0102) 9
残留塩素濃度	○	○	D.P.D 法
生物化学的酸素要求量	○	○	(JIS K 0102) 21
(3) 書類検査	○	○	

注意 1) 法第 7 条検査：使用開始後 3 か月を経過した日から 5 か月以内に受ける。

注意 2) 法第 11 条検査：毎年 1 回受ける。

注意 3) 検査は、都道府県知事が指定する指定検査機関が行う。

注意 4) 法第 11 条検査に基づく検査における水質検査項目のうち生物化学的酸素要求量については、都道府県において、検査体制の整備状況等の地域の実情を勘案して検査への導入の判断を行うことが可能である。

2. その他のモニタリング

農業集落排水施設の管理者は必要に応じて、かんがい施設の責任者に対して、かんがい水及び周辺環境を定期的に観察することを、かんがい水を利用する農家に対して、農作業に従事する者及び栽培する農作物を定期的に観察することを助言することが望ましい。

【解 説】

農業集落排水施設の管理者は、かんがい施設の責任者に対して、処理水を貯留した貯水施設の出口や末端のかんがい施設のかんがい水及び河川や地下水等の周辺環境を定期的に観察することを助言することが望ましい。また、かんがい水を利用する農家に対しては、周辺の用水路や末端かんがい施設（水路やバルブ類等）の汚れや異常、農作業に従事する者及び栽培する農作物を定期的に観察することを助言することが望ましい。

なお、既に処理水を利用したかんがい施設（システム）ができ上がりかつ継続的に利用し、かんがい水、農作業に従事する者、栽培する農作物及び周辺環境に何ら障害や問題が発生していないかんがい施設では、関係する管理者、かんがい施設の責任者及びかんがい水を利用する農家等で協議し、実績に基づいた適切なモニタリング手法（モニタリング体制、モニタリング項目等）を採用することができる。

（1）かんがい水のモニタリング

一般的に、処理水は図-4.2-1 に例示したかんがい施設を介して、かんがい水として利用される。農業集落排水処理施設から放流された処理水は、他のかんがい水による希釈やかんがい施設を移送する過程で水質に変化が生じる。特に、かんがい水を一時的に貯留する貯水施設では、貯水施設の規模や構造、滞留時間等の影響を受け、微生物（藻類を含む）の増殖、SS（浮遊物質）の形成や混入、pH の変動、栄養塩類の形態変化及びDO（溶存酸素）や残留塩素の減少等、かんがい水は生物学的、物理的及び化学的に水質が変化する。

管理者は、かんがい施設の責任者及びかんがい水を利用する農家に対して、以下に示す項目に留意するよう助言することが望ましい。

① かんがい施設の責任者に対して

- ・ 貯水施設等の出口で、かんがい水を定期的に観察する。
- ・ かんがい水質に異常が認められた場合は、直ちに管理者に連絡するとともに、必要に応じて水質分析等を行う。

② かんがい水を利用する農家に対して

- ・ かんがい農地の周辺の用水路や末端かんがい施設（水路やバルブ類等）が動物ふん等の汚物や家畜ふん堆肥で汚濁されないよう定期的に観察する。

- ・大雨や洪水の後には、必ずかんがい施設の破損や汚濁の有無を観察する。
- ・かんがい施設が、汚濁した場合は清掃するとともに汚濁物質が流入しない対策を検討する。

水質のモニタリングでは、DO、pH、ORP、EC 及び透視度等からモニタリングする水質測定項目を選定し、ポータブルセンサーや簡易的な手法（簡易分析方法）によるモニタリング方法もある。

（２）農作業従事者の健康管理やかんがい農作物のモニタリング

処理水をかんがい利用する場合も、農作物の管理方法は通常の方法と基本的には変わらないが、直接あるいは直接に近い形態で利用する場合は、処理水に含まれる肥料成分（窒素、リン、カリウム）の農作物への影響に留意することが必要である。また、農薬等による健康被害を防ぐため、日常的に農作業に従事する者は健康状態を自己管理することが望ましい。

農作物の状態を定期的に観察する目視観察は、農作物の生育状態を直接確認し生育状態の異常にいち早く気付く等、農作物の栽培において重要な役割を担っている。目視観察で塩分あるいは毒物による農作物への影響の有無を判断したり、適切な予防対策を実施することは難しいが、栽培時期や生長のポイントにおいて目視観察や必要なチェックを行うことで、農作物の収率を予測する等の管理ができる。

管理者は農家に対して、目視観察を継続的に実施すること、かんがい水が広範囲に拡散しないかんがい手法を採用すること及び手や顔等にかんがい水や農薬が直接触れないように助言することが望ましい。

なお、栽培管理記録（作業内容、施肥記録、薬剤散布記録、農作物の生育記録、病害虫の有無）やノートに生育状況を記録することは処理水をかんがい水として継続的に利用する際の貴重な情報の収集となる。

以下に記録する項目の例を示す。

- ・生産者の情報（農家名、代表者氏名、住所）
- ・栽培している品種
- ・播種や定植の日
- ・収穫日
- ・農薬の利用に関して
- ・肥料の利用に関して

（３）周辺環境のモニタリング

処理水をかんがい利用することで土壌や周辺環境に影響を及ぼす可能性（リスク）がある事項については、継続的に観察し配慮することが望ましい。配慮が必要な事項としては、土壌の塩類集積、近隣の河川や湖沼の水質汚染、硝酸性窒素による地下水汚染等が考えられる。

管理者は、かんがい施設の責任者及び処理水をかんがい利用している農家に対して、水田及び畑地等の周辺状況から影響を及ぼす可能性が考えられる事項を予め想定するよう助言することが望ましい。

想定した事項の観察では、かんがい施設の責任者又はかんがい水を利用する農家が、直接、試料を採取し検査（現地測定、分析等）する方法もあるが、公共水域及び地下水に関しては水質汚濁防止法に基づく常時監視の監視地点で行政が実施している水質検査の結果を収集し参考にする方法も考えられる。

（４）留意点

管理者は、農業集落排水施設の機器故障等で処理機能に不具合が生じ処理水質への影響が懸念される場合は、速やかに責任者及び処理水をかんがい利用している農家に対して、農業集落排水施設の状況を説明する等の適切な対応を実施する。

また、定期的に行う汚泥の系外搬出や水槽の清掃作業等で発生する脱離液や洗浄排水によって処理水質に影響が予想される場合は、作業の前に責任者及び処理水をかんがい利用している農家に連絡することが望ましい。

参考資料 1

ISO ガイドラインの概要

「ISO 16075 下水処理水のかんがい利用プロジェクトに関するガイドライン」
: ISO 16075 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects

(1) 全体概要

ISO 16075「下水処理水のかんがい利用プロジェクトに関するガイドライン」(以下「ISO ガイドライン」という。)は、第1部「かんがいへの再利用プロジェクトのための基礎」、第2部「プロジェクトの開発」、第3部「かんがいへの再利用プロジェクトの構成要素」、第4部「モニタリング」の4部構成となっており、そのうち第1部が平成27年7月に、第2部と第3部が平成27年8月に、第4部が平成28年12月に国際規格として発行された。

ISO ガイドラインの序論には、一連のガイドラインが下水処理水をかんがい利用するプロジェクトを対象としたものであることが明記されている。プロジェクトに限定することで、下水処理水をかんがい利用する場合には、ガイドラインが推奨するシステムの構築・監視・管理を計画的に実施することが必要であることを示している。

（２）「第１部 かんがいへの再利用プロジェクトのための基礎」

：ISO16075-1 Part 1 : The basis of a reuse project for irrigation

第１部は、下水処理水のかんがいへの再利用に関するプロジェクトの設計と実施、水質項目や気候、土壌に対する考え方に関するガイドラインである。

ISO ガイドラインの目的は、以下の用途で下水処理水を使用するプロジェクトの設計・原材料、建設・性能を含むすべての要素の仕様を提供することである。

- ・農作物の無規制（無制限）かんがい
- ・農作物の規制（制限）かんがい
- ・公園、スポーツフィールド、ゴルフコース、（共同）墓地等を含む公共及び民間の庭園や景観地域のかんがい
- ・私有地の個々の庭園

処理水のかんがい利用する際にまず考慮しなければならないこととして塩類濃度を挙げている。これは、通常、水が使用される過程で塩類濃度の上昇がみられるのが一般的であり、塩類が従来の一般的な水処理で除去されることがないからである。このため、利用に際して処理水を希釈したり、下水への塩類の混入を削減したりする必要があるとしている。さらに、作物の選定や土壌の管理、施肥管理、かんがいスケジュール・かんがい手法の選定などを処理水の利用に併せて考える必要があるとしている。

続いて、処理水を実際に使用する際に重要となる水質項目とその説明、気候や土壌の種類に適した設計や計画が必要であることが示されている。取り上げられている主な水質項目は、栄養塩類（窒素、リン、カリウム）、塩類（全塩分、塩化物、ホウ素やナトリウム）、微量元素（重金属類）、微生物である。また、第１部における気候に対する考慮とは、主に降水量と蒸発散量の比較からほ場の土壌表面における塩害や重金属類の蓄積の生じやすさを考慮して設計・管理、利用する必要があるということである。塩類や栄養塩類、重金属類については、地下水汚染の可能性を指摘している。

そして、第１部の最後には、処理水のかんがいに利用することによる公衆衛生・土壌・作物・近隣の水源への影響について記述されており、プロジェクトの設計・管理において考慮すべき項目とその影響について項目別に説明されている。

対象となる項目やその数値（濃度、指標等）、影響等に関する具体的な記載が附属書（Annex）の参考資料（informative）にまとめて示されている。

適用範囲や序論に記載されているように、これらの記載内容を参考にして、各国の事情、気候の違い、土壌の違い等を考慮して、設計・管理の計画を実施する必要がある。

(3)「第2部 プロジェクトの開発」

: ISO16075-2 Part 2 : Development of the project

第2部は、処理水をかんがい利用する際に直接的、間接的を問わず人への公衆衛生リスクを防ぐために必要な設計や、かんがい利用可能な処理水の水質、処理水でかんがい可能な作物の種類、処理水の水質とかんがい可能な作物の関係、処理水によるかんがいのリスクを削減するための手法、処理水の水質とリスク削減対策と利用可能な作物の関係、居住地域とかんがい地区の位置関係を記述している。

第2部では、処理水の水質とリスク削減対策と利用可能な作物の関係を示している。これらは、Table 1～Table 3に示す内容から総合的に確認することができるようになっている。

Table 1 (表-3.2-1～2 参照) は、化学・物理・生物学的パラメータに応じた処理水質と処理水質に応じた利用範囲と想定される処理方式を示している。バリアについては Table 2で説明している。ガイドラインでは処理水の水質を Table 1に示した5段階に区分している。カテゴリ-Aの水質が最も良く、続いてB、C、Dの順で水質が低くなる。カテゴリ-Eの水質は世界的に最も一般的な処理水質を想定している。水質の規定に糞便性大腸菌群数や腸内線虫数を使用しているのは、WHO ガイドライン (WHO、2006) も同様であるが、病原性生物による健康被害を最も重視しているためである。

Table 2 (表-3.2-4 参照) に、バリアの種類とバリア点数を示している。バリアとはリスク削減のための方策である。リスクの削減手法として、かんがい方法、立入制限、収穫から販売までの間に可能な手法、消費者がとる手法など様々な手法が挙げられている。それぞれの手法に対して病原性物質の削減効果とそれに応じた点数が示されている。

Table 3 (表-3.2-3 参照) に、処理水水質とかんがい対象に応じて必要となる総バリア点数を示している。横軸に示した対象に、縦軸に示した水質 (Table 1を参照) の処理水をかんがいする場合に必要なバリア点数の合計が Table に数字で示されている。例えば、カテゴリ-Aの処理水で生食用野菜をかんがいする場合に必要な総バリア点数は0ポイント (pt) なので、特に追加の対策なしでも使用して良いことになる。これに対して、カテゴリ-Cの処理水で生食用野菜をかんがいする場合、総バリア点数が3 pt 必要なので、3 pt 以上の対策が必要となる。この場合、バリア点数の合計が3 pt であればよいので、例えば Table 2の中からバリア点数が3 pt の「毛管現象で地表に水が到達しない深さでの地下ドリップかんがい」を導入したり、「圃場で高レベルの消毒 (2 pt)」と「収穫後に洗浄 (1 pt)」を導入して合計3 pt としたりすることで使用可能になるとしている。なお、Table 中で禁止の組み合わせは、どのような対策を施しても使用禁止ということを意味している。

湛水かんがい (flood irrigation) や畦間かんがい (furrow irrigation) に関しては上述の圧力かんがいのように詳細な記載はないものの、圧力かんがいと同様の考え方でリスク対策が必要であることが示されている。

最後に、スプリンクラーかんがいの場合、噴霧後にエアロゾルが形成され、それとともにリスク原因物質が飛散することもあるため、かんがい地区と居住区との距離が適正に離れている必要があることが示されている。

(4)「第3部 かんがいへの再利用プロジェクトの構成要素」

: ISO16075-3 Part 3 : Components of a reuse project for irrigation

第3部は、処理水によるかんがいに関連する様々な構成要素に関して、オープン型、クローズ型貯水槽それぞれに対して生じうる問題やそれらの対処法、送水施設の pH や肥料成分などに対する耐久性、微生物の再増殖抑制のための維持管理手法、飲料水水源保護のために送水施設が具備すべき内容と管理手法、処理水の水質に応じたかんがい施設の予防策・維持管理手法・システム障害対応に関する指針などが記述されている。

Table10 (表-1) では目詰まり時間、pH 及び ORP (酸化還元電位) の3項目について、3つの等級 (良質・中程度・低い) で水質を示している。目詰まり時間の指標 (CP : Clogging Potential) では、150 μ m メッシュのフィルターを装着した専用の測定装置 (CPM : Clogging Potential Meter) を使用して、そのフィルターがどのくらいの時間で閉塞するかを示している。値が大きいほどフィルターが詰まりにくいことを示しており、一般的に懸濁物濃度が低い良好な水質となる。また、ドリップかんがいシステムについては、水質に応じた必要な処理方法 (予防策と保守管理) を示している。

Table11 (表-2) には Table10 に示した各項目の水質グレードの組み合わせに応じて必要となる処理方法 (予防策と保守管理) が示されている。例えば CP が中程度 (2 等級)、pH が低い (3 等級)、酸化還元電位が良質 (1 等級) の処理水を使用する場合に必要と考えられる予防策と保守管理は処理方法 5 になる。処理方法 5 の管理で求められる水質は総合的にみて低い水質であり、CP と pH に注意が必要であること、システム内に3種類のろ過装置を設置すること、2週間に1回の装置洗浄が必要であること、pH 調整のため連続的または高頻度な酸添加処理が必要であることが示されている。

このほか、構成要素の素材 (ダクタイル鉄、PVC、アルミ、ガラス繊維、コンクリートなど) の耐久性やフィルター材 (ストレーナー、ガラス繊維) の特性、配水管の色の塗り分けによる誤接続の予防対策など、かんがいシステム内の各構成要素に対して、設計・管理においてどのような注意が必要であり、それに対してどのような対策が考えられるかを示している。

表-1 かんがいシステムにおける目詰まり時間、pH及びORPによる水質定義

指標	水質 (等級) ¹⁾		
	1 等級 (良質)	2 等級 (中程度)	3 等級 (低い)
目詰まり時間 (CPM) (分) ²⁾	7 <	3 ~ 6	< 3
p H (—)	<7.2	7.2~8.0	8.0<
ORP (mV) ³⁾	300~500	250~300 及び 500~600	<250 及び 600<
注意1)これらの水準は、ISOガイドラインの他の部分で規定されているかんがい用水よりも、かんがいシステムを維持するための水に適している。 注意2)目詰まり時間の計測器 (CPM) の試験には、150 μ mメッシュを使用する。 注意3)酸化還元電位は、水中の有機物を調べる指標として選択された。塩素要求量の測定機器は非常に高価であり、大規模なかんがいシステムにしか設置できないため、塩素要求量の試験を継続的に測定することは困難である。酸化還元電位は、有機物の正確な指標ではないが、酸化還元は、標準機器として監視システムの一部として選択されている。指針では、塩素処理の効率を試験する必要がある場合は、連続的な塩素計を使用することが示されている。			

参考) ISO 16075-3:2015(E)、Table 10 を編集

備考) ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

表-2 水質の等級により必要とされる処理方法

処理方法	水質（等級）		
	目詰まり時間（CPM）	pH	ORP
1	1	1	1
2	1	1	2
	2	1	2
	1	1	3
3	1	2	1
	1	3	1
	1	2	2
	1	3	2
4	2	1	1
	3	1	1
	3	1	2
	2	2	2
	2	1	3
	2	2	3
5	2	3	1
	2	2	2
	1	2	3
	1	3	3
6	3	1	1
	2	2	1
	3	2	1
	3	2	2
	2	3	2
	3	1	3
	3	2	3
7	3	2	1
	3	3	1
	3	3	2
	2	3	3
	3	3	3

参考）ISO 16075-3:2015(E)、Table 11 を編集

備考）ISO ガイドラインの英文を、独自に日本語に訳して掲載している。

(5)「第4部 モニタリング」

: ISO16075-4 Part 4 : Monitoring

第4部は、処理水をかんがい利用する際の水質、かんがい施設、作物、土壌（塩類集積度）、近隣の水源、貯水池の水質に対するモニタリングの考え方が示されている。

Table 1 では、健康関連指標として第2部で示された水質カテゴリーごとに処理施設出口で行う水質監視項目と頻度が示されている。

Table 2 では農学的指標として、作物の生育に関連する項目のモニタリング頻度が示されている。作物の生育に関連する項目としては、電気伝導度、ホウ素、栄養塩類、各種イオン、微量元素が挙げられているが、これらに関しては、水質のカテゴリーに寄らず、どのような水質であっても一定のモニタリング頻度を確保することになっている。

Table 4 では、貯水池でのモニタリングに関しては貯留に伴うリスクの増大を監視する目的で、糞便性大腸菌群と残留塩素の2項目が水質カテゴリーごとに示されている。

これ以外にも、土壌の状態を主に塩類集積に注意しながらモニタリングするための考え方と、その測定方法がかんがい手法（ドリップかんがい、スプリンクラーかんがい）に応じて示されている。

また、周辺環境への影響に関しても、地表水や浸透水の動きや季節変化を考慮しながら、効果・意味のあるモニタリング計画を策定する必要があると示されている。

参考資料 2

農業集落排水施設の計画処理水質

表-3 代表的な農業集落排水施設の計画処理水質(例)

処理方式		計画処理水質 (mg/L 以下)				
		BOD	SS	COD _{Mn}	T-N	T-P
① 分離接触ばっ気方式	BOD 型	20	50	—	—	—
② 嫌気性ろ床接触ばっ気方式	BOD 型	20	50	—	—	—
	BOD、脱窒型	20	50	—	20	—
③ 回分式活性汚泥方式	BOD 型	20	50	—	—	—
	BOD、脱窒型	20	50	—	15	—
	BOD、脱窒、COD 型	10	15	15	15	—
	BOD、脱窒、脱リン、COD 型	10	15	15	10、15	1
④ 長時間ばっ気方式	BOD、脱窒型	20	50	—	15	—
	BOD、脱窒、脱リン型	20	50	—	15	1、3
	BOD、脱窒、COD 型	10	10、15	15	10	—
	BOD、脱窒、COD 型	10	15	15	30	—
	BOD、脱窒、脱リン、COD 型	10	10、15	15	15、10	1
⑤ オキシデーションディッチ方式	BOD 型	20	50	—	—	—
	BOD、脱窒、脱リン型	20	50	—	15	1
⑥ 膜分離活性汚泥方式	BOD、脱窒、脱リン、COD 型	5	5	10	10	0.5、1
	BOD、脱窒、脱リン、COD 型	5	5	10	15	0.5、1