

再生水の農業利用におけるわが国の現状と国際規格化の動き

International Standardization of Treated Wastewater Reuse for Agriculture

濱 田 康 治[†]
(HAMADA Koji)白 谷 栄 作[†]
(SHIRATANI Eisaku)人 見 忠 良[†]
(HITOMI Tadayoshi)

I. はじめに

限られた水資源を有効に利用するため、下水処理水を再利用する動きが活発化している。農業利用に関しても例外ではなく、乾燥地や半乾燥地にある都市部近郊の地域では下水処理水の農業利用に積極的な地区があり、米国カリフォルニア州やイスラエルではすでに実用化のレベルにある。これらの事例において農業利用される下水処理水は農業利用に必要な基準を満たすことを目的として処理が施されている。農業利用に限らず特定の目的のために処理された処理水を一般的に「再生水」と呼ぶことが多い。

近年、わが国では農業の多様化に伴い農業用水の水利用形態が大きく変化してきており、年間を通じた農業用水の安定確保が課題となっている。一方、新たな水資源の開発が困難となっており、農業の多様化に対応可能な水資源の確保には、既存の水資源を有効活用するほかない状況にある。これらの観点から、科学的検証に基づき安全性を確保した上で、再生水を農業用水として活用することは有望な選択肢の一つであると考えられる。

国際標準化機構 (ISO) では、PC 253「処理排水の灌漑利用」として再生水の灌漑利用に要する施設の規格化が始まっている。2013年にガイドラインが公表される予定になっているが¹⁾、国際標準化が進められる中でわが国においても再生水の農業利用に関する議論が高まることが予想される。

本報では、わが国の再生水の農業利用の現状とISOにおける国際規格化の動き、再生水の農業利用における課題について述べる。

II. 国内における農業用水の利用状況

1. 農業用水の年間利用量と再生水利用量

わが国で年間に利用される農業用水は546億tであり、わが国での全水使用量831億tの約65%に相当する²⁾。また、農業用水の約94%が水田に利用さ

表-1 わが国における再生水の用途

放流	138.7 億 t 年 (98.6%)		
再 利 用	1.9 億 t 年 (1.4%)	水洗トイレ用水	3.5%
		修景用水	29.1%
		親水用水	3.0%
		河川維持用水	28.7%
		融雪用水	19.0%
		道路・街路・工事現場の清掃・散水	0.2%
		植樹帯散水	0.2%
		農業用水	6.9%
		工業用水道への供給	1.5%
		事業所・工場への直接供給	7.9%

れ、残りの約6%が畑地灌漑、畜産に利用されている³⁾。

表-1に平成19年度における下水処理水の再利用の目的別割合を示す。なお、下水処理水の再利用は年間に発生する下水処理水の総量140.6億tの1.4%である。用途は修景用水や河川維持用水が多く、農業用水はわずか6.9%である⁴⁾。つまり、わが国において農業に再利用される下水処理水は農業用水全体の約0.02%、下水処理水発生量の約0.08%にすぎない。なお、表-1に示した再生水の用途は、何らかの用途への利用を目的として処理場から直接送水され利用されている水量を対象としたものであり、河川への放流後に河川水とともに取水している場合や、処理場から近隣の河川などに放流された処理水が結果として河川流量の確保に寄与している場合などが含まれていない。

2. 再生水利用と下水処理水の間接利用

わが国においても再生水を農業利用している地域がある。愛媛県多度津町や熊本県熊本市での事例や、島嶼部の水不足解消を目的としての沖縄県那覇下水処理場の処理水を利用した島尻地区での検討事例が有名である。多度津町や熊本市の事例では、処理水が直接人の口に入らない水稲中心での利用であるのに対して⁵⁾、島尻地区では、サトウキビや生食用野菜の栽培まで視野にいれたものであり⁶⁾、利用目的に応じて再生水に求められる水質が異なる。

[†]農村工学研究所

下水処理、灌漑用水、リスク管理、ISO、畑地灌漑、農業用水基準

下水処理水を直接的に農業利用する事例は少ないものの、間接的な農業利用は各地で見られる。たとえば下水処理場の下流側の公共水域に農業用水の取水施設がある場合がこれに当たる。このような事例は一般的には再生水利用には当たらない。一方で農業地区内にある集落排水処理施設からの放流先が人工の農業用水路であった場合、集落排水処理施設からの放流水量を農業用水の一部として見込んでいけば再生水利用の一環と考えることも可能であるが、現在のところ、このような水利用形態の場合であっても再生水利用の範疇としていないのが一般的であると言える。

III. ISO と PC 253 専門委員会の概要

1. ISO 国際規格について

ISO 規格といった場合、工業製品の規格をイメージする人が多いと思うが、近年では水産業や人材育成、サービスなど対象が多岐にわたっている。ISO で策定された国際規格に関しては、WTO 加盟国であれば原則として対応する必要があるとされている。その際、すでに国内規格がある場合にはそれを ISO 規格に整合させることで、国内規格がない場合には ISO 規格を国内規格として適用することで対応する。

2. ガイドラインの適用対象と目的

ISO/PC 253 は「Treated Wastewater Re-use for Irrigation」であり、ガイドラインでは再生水の灌漑利用プロジェクトに関連するプラントの材料、設計、施工、能力についての最低要件を規定するよう検討が進められている。利用目的は無規制灌漑、公共庭園の灌漑、私有庭園の灌漑、規制農業灌漑の4つとしており、健康・環境配慮型設計 (Health and Environment Conscious Design, HECD) に基づき、健康関連項目、栄養塩類、塩分関連項目、微量元素などに着目して人間の健康および環境に与える悪影響、表流水、地下水、大気、土壌、農作物に与える影響を防止または最小限に抑えるための要件と必要な対策が規定されると見られる。

また、ガイドラインは灌漑企業、農業普及指導員、灌漑コーディネータ、計画立案者、設計者などの専門家を対象としたものとなり、農業者を対象としたものとはならないものと考えられる。

ガイドラインでは、農業利用における適用対象として加圧灌漑と開水路灌漑が挙げられ基本的には畑地への圧力灌漑、特に点滴灌漑を中心としたガイドラインになると考えられるが、水田農業も対象となるか注視が必要であろう。

3. ISO/PC 253 専門委員会への参加国

ISO PC 253 はイスラエルを議長国として、積極的

な参加国(Pメンバー)とオブザーバー国(Oメンバー)で構成される。平成23年10月現在のPメンバーはオーストリア、ブラジル、カナダ、中国、コロンビア、キプロス、フィンランド、フランス、インド、イスラエル、日本、メキシコ、オランダ、ポルトガル、南アフリカ、スペイン、ウクライナ、イギリスの18カ国、Oメンバーはアルゼンチン、アルメニア、オーストラリア、デンマーク、ドイツ、イラク、イタリア、韓国、リトアニア、マレーシア、ニュージーランド、ポーランド、スイス、米国の14カ国である⁷⁾。

再生水の農業利用の需要が高い乾燥地帯や半乾燥地帯の国々のなかで、イスラエル以外の中東諸国の参加が見られず、再生水利用で高度な技術を有する米国がOメンバーでの参加となっている。

また、わが国が属するアジアモンスーン地帯での適用に対して、特有の気候への理解と配慮が必要であるが、そのためにも同地域からの積極的な参加が増え、ガイドラインがアジアモンスーン地域の国々にとっても有益なものとなることを期待している。

4. ガイドラインで規定される内容

ガイドライン案は上述の目的を達成するために求められる下水処理方式と安全に利用するための対策が示されるものであり、複数の下水処理方式のレベルに応じて必要な対策の種類と数が規定される。しかしながら、実際問題として求められる水質が地域の特性に応じて変化するだけでなく、管理すべき事項も変化するため、ガイドラインが作物、土壌、気候などによる違いを考慮して運用できるように規定されるものになるべきである。

さらに、ガイドラインのもう一つの大きな柱として運用中の定期モニタリングがあり、対象項目と頻度が規定される。不必要に厳しいモニタリング規程であれば、小規模事業者にとって負担となり再生水利用拡大の足かせになるため、科学的根拠に基づき十分と判断できる最小限の規程となることが期待される。

水に関する規格 TC 224「飲料水及び下水サービスに関する活動-サービス品質基準及び業務指標」の流れからも、PC 253 ガイドラインについても参照することが推奨されるという程度の緩やかな性格のガイドラインになると考えられている⁸⁾。

IV. 下水処理水の農業利用における課題

1. 処理水の農業利用に関する基準

現在、わが国において下水処理水を農業利用するための全体的な基準は未整備である。よって、下水処理水を農業利用する際には個別の事業者が基準を策定する必要がある。

世界的には下水処理水の農業利用に関する基準が整備されている地区が散見される。その代表例として「WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater-Volume II, Wastewater Use in Agriculture」⁹⁾や米国環境保護庁 (USEPA) が示した「Guidelines for Water Reuse」¹⁰⁾のなかの農業利用に関する記述が挙げられる。

WHO ガイドラインは、下水処理水を農業利用する際に公衆衛生的な安全性を最大限確保することを目的として、微生物学的分析と化学的分析、免疫学的研究、定量的微生物リスク評価からリスク管理の考え方を示したものであり、健康被害のリスクを最も高める物質を病原性微生物や病原性ウイルスとしている。

USEPA ガイドラインの中にもカルフォルニア州の Title 22 を基にした農業利用についての記述があり、食用作物と非食用作物に対してそれぞれ、BOD、TSS、濁度、大腸菌群に対する米国内での基準が紹介されているほか、EC、TDS、残留塩素イオン、pH、微量物質にも着目する必要性が示されている。

USEPA 基準が技術的に実現可能な最高水準を求めているのに対して、WHO 基準は途上国での運用面に配慮して経済性や実現可能性を考慮したものとなっている。さらに、両方の基準ともに農業として作物の生育を妨げないだけでなく、作物の消費者や農業従事者への健康被害を抑制するために管理基準を定めている。これらの詳細に関しては、「WATER REUSE」¹¹⁾に詳しいので、そちらを参考にされたい。

2. 国際基準化への対応と国内の農業用水基準について

III. 2. で述べたように、ISO/PC 253 ガイドラインがわが国の農業の大半を占めている水田での農業利用にどのようなかたちで適用されるか現時点では不明である。しかしながら、再生水の灌漑利用に対する国際規格が策定されようとする中、わが国でも再生水の農業利用に関して科学的な情報を蓄積し何らかのガイドラインなどを準備する必要がある。

対応の一つとして、水質基準の策定などが考えられるが、わが国においては再生水利用を前提とした問題に関わらず、農業用水に対する水質基準の整備が遅れている状況にある。1970年に農林省公害研究会が策定した農業(水稲)用水基準は40年経過した今では水質の実態との乖離がある¹²⁾ほか、この基準の対象が水稲作のみに限定されており近年急速に拡大している畑作に対しては基本的に適用外である。そのため、わが国における灌漑事業において、畑地灌漑が必要となった場合には、事業者が個別に自主的な基準を定めて運用しているような状況にある。

また、農業(水稲)用水基準の対象はpH、COD、BOD、SS、DO、T-N、NH₄-N、EC、Cl⁻、蒸発残留物、As、Zn、Cuであり、ISO PC 253の対象項目数に比べて少ない。これは、基準策定時の目的が作物の収量に影響を及ぼさない水質の確保であったためである。そのため、健康被害を防止するために監視が必要な重金属や化学物質を含む微量物質の項目、病原性微生物や病原性ウイルスに関する項目が少ない。農業用水基準のなかで、科学的な検証が進むとともに項目や数値の見直しを推奨しているが、今日までこれらに関する見直しはなされていない。

食の安全・安心について関心が高まっているなか、今後、微量物質や病原性微生物などに関連する項目が農業や農作物を通じて健康被害の原因となりうるような状況をつくってはならない。農業用水全体の問題として安全・安心に関心が高まることが予想されるなかで、特に処理水を農業用水として利用する場合には、これらの項目に関する科学的な評価に基づく水質管理に細心の注意を払うとともに、社会との適切なリスクコミュニケーションが必要であると考えられる。

しかしながら、わが国において、これらの物質が農業用水中でどのような状況となっているのかについての情報蓄積が少ない。また、これらの健康被害の原因となる物質が農業や農作物を通して消費者や農業者などにどのような影響を与えているのか、そもそも問題として顕在化するのかなど未解明の部分が多い。このような人の健康に影響をあたえるおそれがある農業活動由来の物質について、農薬では一定の知見が得られているものの、農業用水由来の物質については知見が欠如しており、まずは実態調査に早急に取りかかる必要があると感じている。

3. 再生水の利用に対する消費者の理解の必要性

科学的検証に基づき再生水を利用した農作物の安全性を確保しても、消費者がそれを受け入れるかは別問題である。再生水を利用して栽培した作物の場合、消費者が安全性を十分に理解できずに購入を躊躇してしまうようなことがあるかもしれない。

この問題に対応するためには、科学的に検証した安全性について適切に情報を公開するとともに、消費者個人に食の安全とリスク管理について正しく理解してもらえるように、さまざまな活動を通じて努力していくことが重要である。

V. おわりに

再生水の農業利用は、多様化する農業に必要な用水の確保に寄与できる可能性がある。しかしながら、安全性の確保が大前提であり、国際規格化の動きを見据

えた上で、国内でも安全性の検討に関して早急に議論を深めていく必要があると考える。

また、再生水は水資源としてだけでなく、含有される窒素やリンによる肥料削減効果を見込むことも考えられるため、再生水の農業利用は農業地区近郊で持続可能な循環型食料生産の実現を担う有効な水利用形態として検討が進められる必要があるといえる。

引用文献

- 1) ISO : From amusement parks to biogas-ISO's scope of standardization expands to four new areas, <http://www.iso.org/iso/pressrelease.htm?refid=Ref1373> (2011.10 現在)
- 2) 国土交通省 : 平成 23 年度版日本の水資源 (2011)
- 3) 農林水産省 : 日本の農業用水の利用状況, http://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/kurasi_agwater/k_riyou/ (2011.10 現在)
- 4) 国土交通省下水道部 : 我が国における下水処理水の再利用状況, 第 1 回下水処理水のバラスト水活用検討会 (2009)
- 5) 田中宏明, 浅野 孝 : 農業灌漑への下水処理水再利用—沖縄でのわが国初の本格的な計画—, 下水汚泥資源利用協議会誌 29(114), pp.6~13 (2006)
- 6) 山下 正 : 沖縄における下水処理水の農業利用の研究, 農村工学研究所技報 50, pp.103~135 (2011)
- 7) ISO : TC 253 Project committee: Treated wastewater re-use for irrigation, http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee_participation.htm?commid=616869 (2011.10 現在)
- 8) 藤木 修, 山家勝裕 : 下水処理水再利用の ISO 規格化に関する予備会議 (イスラエル・テルアビブ会議), 下水道

協会誌 47(573), pp.73~80 (2010)

- 9) WHO : WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater-Volume II, Wastewater Use in Agriculture (2006)
- 10) U. S. Environmental Protection Agency : Guidelines for Water Reuse (2004)
- 11) Asano, T., Burton, F. L., Leverenz, H. L., Tsuchihashi, R. and Tchobanoglous, G. : Water Reuse-Issues, Technologies, and Applications, Metcalf & Eddy (2006)
- 12) 白谷栄作, 久保田富次郎 : 農業用水の水質管理に関する問題点と課題, 水土の知 78(2), pp.31~34 (2010)

[2011.8.23.受稿]

濱田 康治 (正会員)



略 歴

1975年 鹿児島県に生まれる
1998年 九州大学工学部卒業
2004年 九州大学大学院工学府単位取得退学
九州大学大学院工学研究院, 農業工学研究所を経て (独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所
現在に至る

白谷 栄作 (正会員)



1960年 福岡県に生まれる
1983年 九州大学農学部卒業
1984年 九州農業試験場, 九州農政局, 農業工学研究所, 農村振興局を経て (独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所
現在に至る

人見 忠良 (正会員)



1979年 福島県に生まれる
2002年 明治大学農学部卒業
同年農林水産省入省, 農業工学研究所を経て (独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所
現在に至る