

処理水の再利用に関する研究

III 再利用にあたっての注意点

吉田 勲*・石井利幸**

A Study on the Reuse of Purified Wastewater

III Remarks on the Reuse

Isao YOSHIDA* and Toshiyuki ISHII**

The necessary cares were remarked in case of reusing the purified wastewater in this paper. Since the treated water always contains nearly constant nutrients, when we irrigate the field with purified wastewater, the plants always end up being supplied with constant nutrients. But the nutrient essential for plant growth varies with species and soils. For example, plants such as tomatoes, egg plants, cucumbers, spinach, need the nutrition until they are harvested. In this case, treated water can be useful as irrigation water. On the other hand, welsh onions and sugar beet do not need the nutrition after they stopped growth. In this case, treated water is harmful. Therefore, it is important to be aware of water quality, plant species and soils in case of reusing treated water.

緒 言

21世紀は環境の時代だと言われている。我々の身の周りを見渡しただけでもこの言葉は実感として迫ってくる。話を水に限ると、人間生活に大切な水源は河川や地下水に求められ、水道水源の約7割は河川などの表面水に、残り3割は地下水⁵⁾に頼っている。従って、公共水域の水質や地下水が汚濁されると水道水源が受ける影響は大きい。農業用水源についてみると貯水池の水源も富栄養

化し、藻類の異常繁殖により悪化してきている。また、工業用水も、その70%は地表水と伏流水に依存しており、年々使用水量は増加の一途を辿っている。我々が求めてきた水源の水質は悪化しているのに、綺麗な水への需要は高まっている。それに反して、地球の温暖化などで降水量自身は減ってきている。従って、近い将来、必ず水不足がやってくることは想像にかたくない。このような時、農村部では集落排水処理施設が建設されている。本研究は集落排水処理施設から放流される水を農業に利用

*鳥取大学農学部農林総合科学科生存環境学講座

*Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

**鳥取県土地改良事業団体連合会

**Tottori Prefectural Federation of Land Improvement Association

せんとして行った実験の最終報告である。

処理水の再利用への動き

現在、農村部では農業集落排水処理施設の建設が進められている。各家庭から排出された汚水は集落排水処理施設に集められ、そこで生物学的に処理された後、河川等の公共用水域に放流されている。個々の施設から排水される水量は少ないが、日本全体で考えれば、この処理水量は少なくない。しかも、この処理水量は年間を通じて毎日一定している事、水温がかなり高いという特徴がある。見方を変えれば処理場の建設は水源を新規に開発したことになる。水資源確保用のダムを新設するには多大な経費と、長期に渡る住民交渉などを要し、ダム建設は決して容易なことではない。もし、処理場から出る水が使えるならば、『処理場を建設するという事』は水源を新しく開発したとも考える事ができる。これは将来の水不足に供える手段として、また、現在、水不足で悩んでいる離島や乾燥地など³⁾における水資源開発問題の解決の一手法として役立つと思われる。

鳥取県は東郷町植見汚水処理施設の隣接地で、処理水再利用の可能性を探る栽培実験を行った。その研究成果の一部は前報^{4,6,7,8)}などで報告したが、ここでは再利用するにあたっての注意点について報告する。

再利用にあたっての注意点

処理水の再利用にあたって、まず、検討しなくてはならないのは第1図(a)に示すように、処理水中に重金属などの有害物質が基準以上含まれていないかどうかである。含まれている場合は、その排出源を探り、その排出を止めさせなくてはならない。安全な場合には農業に再利用する。この場合、処理水に含まれる肥料分を積極的に農業に利用する場合と、公共用水域に放流しても良い程度に浄化した水を再利用する場合との二つが考えられる。

汚水に含まれる肥料分を積極的に利用しようとする場合、汚水の処理は大ざっぱでもよい。フランスのアシェール、ドイツのブラウンシュバイグ¹⁾、アメリカのマスケゴン²⁾などではこの方法を採用している。この方法は汚水の処理経費の節約と農業用水の確保という二つの目的を狙ったものであるが、この方法を日本で採用するには、悪臭などの点から余程の事が無い限り無理であろう。

ここで問題とするのは、後者の場合である。この場合、第1図(a)に示すように4つのケースが考えられる。すなわち、①処理水による供給肥料分が作物の育成に必要な肥料分よりもはるかに少ない場合 ②処理水による供給

肥料分が作物の育成に必要な肥料分よりも少ない場合

③処理水による供給肥料分が作物の育成に必要な肥料分と等しい場合 ④処理水による供給肥料分が作物の生育に必要な肥料分よりも多い場合である。

①の場合は含まれる肥料分が少ないので肥料効果は期待できず、河川水と同様にカンガイ水として使用できるので、処理場の建設は新規に水資源を開発したことに匹敵する。

②の場合は、処理水中の肥料分を積極的に利用する場合に当たり、不足分の肥料を施肥する必要がある。しかし、これは容易なことではない。何故ならば、作物の必要とする栄養素は土地の肥沃度、作物の品種、育成段階によって異なるので、作物毎に、栽培技術を確立する必要があるからである。

問題は①と②の境界値の決定法である。この境界値は作物の品種、処理水の水質、土地の肥沃度によって異なる。従って、全国一律には決定できない。

③の場合、作物は施肥を必要としないが、②の場合と同様に、個々の作物に対して栽培技術を確立する必要がある。

④の場合、作物への過剰施肥となるので希釈してカンガイする必要がある。これらの関係を、分かりやすくするために示したのが第1図(b)である。図中、横軸は植物の生育に必要な肥料を、縦軸は処理水をカンガイした場合の肥料分を示している。45度の直線は処理水をカンガイした時の肥料分と作物の要求する肥料分とが等しい場合を意味し、この直線上にある状態では肥料を施す必要はない。また、この直線より上の領域はカンガイによる供給肥料分の方が必要肥料分よりも多く、処理水の再利用に当たっては希釈しなくてはならない。45度の直線の下にあって、しかも、右下に位置するときは、肥料効果はあまり期待できず処理水は河川水と同様にカンガイできることを意味し、これよりも左に位置する場合は処理水の肥料効果が期待できることを意味している。

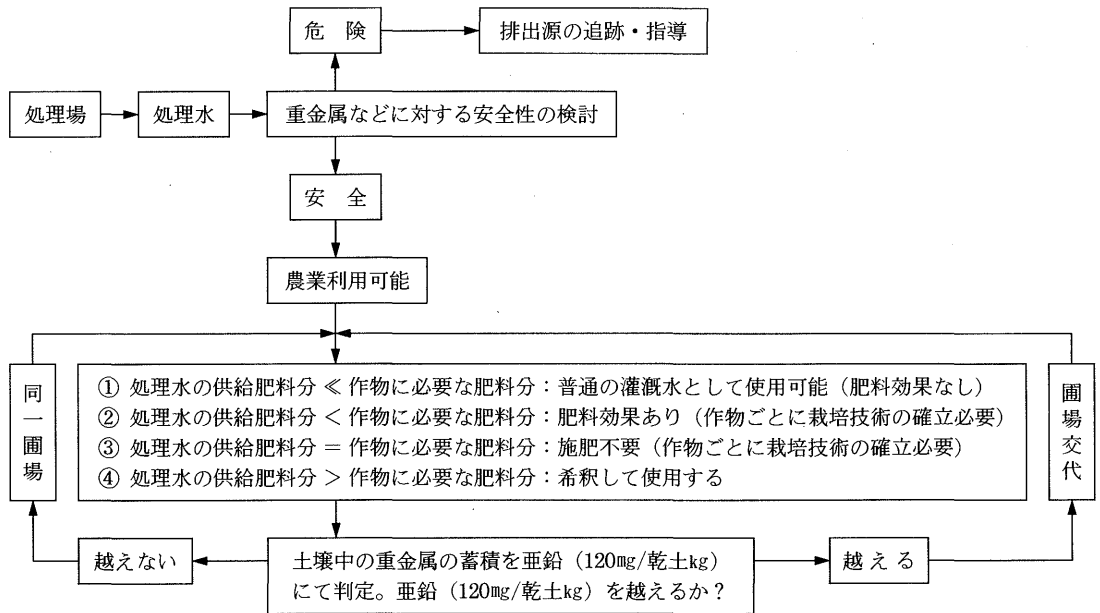
以上の事を具体的に説明するために、処理水のT-Nを20ppm、ストックの必要とする肥料分を20kg/10aと仮定する。今、カンガイ水量を300t(100日間3mmカンガイしたとする)とすると、これに含まれる窒素量は6kgである。必要量の20kgに比較して6kgは少ないので、処理水は河川水と同様にカンガイに使用できる。もしも、必要な肥料が6kgの作物を栽培するならば、③の場合に相当し、栽培に施肥を必要としない。しかし、これらのことは砂のように肥料を含まない土壌について言えることで、普通畑の土は幾らかの肥料を含んでいるので、そ

の量を勘案しなくてはならない。さて、問題は①と②の境界値をどのようにして決めるかである。何故ならば、作物によって必要とする肥料の量は異なり、その上、土壌自身の持っている肥料の量も農地によって異なるからである。しかも、農地における作物ごとに、これらの値を算出したとしても、処理水の利用には問題がある。というのは処理水に含まれる肥料分は一定であるのに、植物体の欲する肥料分は育成過程によって異なるからである。

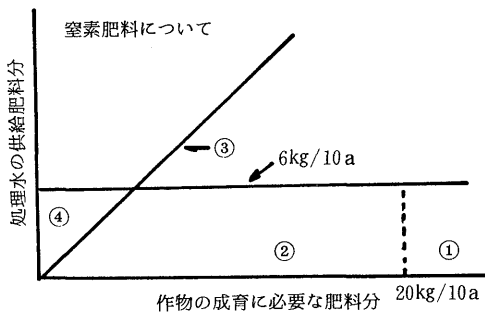
作物の育成史は形態的・生理的变化から幾つかの育成

相に区分されるが、大きくは茎葉などの栄養器官が生長する栄養生長期と花芽が分化しても稔るまでの生殖生長期に分けられ、栄養生長期と生殖生長期とは必要とされる養分の種類や量が異なる。

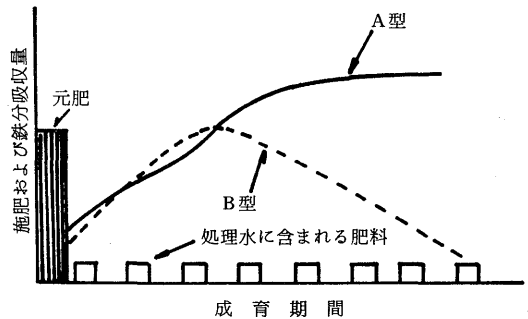
トマト、キュウリ、ナス等の果菜類やホウレンソウ、白菜、キャベツ等の葉菜類は栄養生長期と生殖生長期とが同時に進行し、養分の吸収は収穫終了時まで続く(第1図(c))。この場合、処理水の利用は比較的容易であると思われる。他方、砂糖大根やネギなどでは養分吸収の最盛期が育成期間の中間にあり、その後は養分の吸収が



(a) 処理水の利用方法



(b) 説明図



(c) 作物の育成に必要な肥料と処理水による供給肥料

第1図 処理水の再利用に関する概念

減る(第1図(c))。これらの野菜の場合、生育期の後半に施肥(処理水のカンガイ)することは返って生育の妨げとなる。従って、処理水中に含まれる肥料分はこれらの作物には有害となる可能性がある。

この他に、処理水をカンガイし続けたことにより土壌が重金属で汚染されてはならないので時々、土壌中の重金属を測定する必要がある。ここでは、処理水に含まれるZn(0.151(g/ton))を年に300tonカンガイすることによって、土壌中の亜鉛が管理基準の120(mg/乾土kg)に達するまでのカンガイ年数を求めてみることにする。計算にあたり、その土壌が既に63(mg/乾土kg)含んでおり、しかもカンガイ水中に含まれている亜鉛はすべて表土(0-15cm)に蓄積するものとする。そうするとX=283年を得る。すなわち、同じ圃場に283年連続カンガイしたら、亜鉛の蓄積量は土壌の管理基準に達するので、圃場を交替しなくてはならない。しかし、植物そのものもZnを栄養分として吸収している事を考えると、これはほとんど問題にならないと思われる。

結 言

集落排水処理施設からでるものに処理水と汚泥がある。このうち処理水については前2報^{7,8)}でカンガイ用水として農業に利用できるかどうかについて、そして本報では、それに基づいた再利用における基本的注意点について述べた。

今後は、処理上からでる有機物を主成分とする汚泥の農地還元について検討したい。汚泥処理費用は維持管理費に直接、跳ね返ってくるので、汚泥の農地還元が可能ならば経費節約と農地に有機物を入れることによって農地の肥沃化に役立つからである。

なお、本研究は鳥取県土地改良事業団体連合会が(社)日本農業集落排水協会の委託を受けて、鳥取県農林水産部農村整備課を窓口として、県の関係諸機関(農産園芸課、農業改良課、倉吉地方農林振興局、倉吉農業改良普及所、

園芸試験場)、鳥取大学農学部、中国四国農政局、(社)日本農業集落排水協会、東郷町役場、東郷町農業協同組合等で委員会を組織し、実験業務に対する適切な指導及び協力を受けながら実施したものであることを付記し、関係者の協力に心から感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 1) Cervant A. Demirjian : Muskegon county's Solution of Biological Wastewater Pretreatment and Irrigation, International Symposium, Braunschweig, pp.71-95 (1979)
- 2) Horst Ewert : Organisation probleme der Abwasserlandbehandlung, International Symposium, Braunschweig, pp.19-30 (1979)
- 3) Isao Yoshida : Reuse of Purified Wastewater for Agriculture in Chinese Desert — Salt accumulation —, Second International Symposium on Waste Management Problems, Istanbul, Volume 2, pp.49-58 (1992)
- 4) I, Yoshida : Reuse of Purified Wastewater for Growing Flowers and Vegetables, Proc. of the Int. Agric. Engng Conf. Bangkok, pp.1127-1134 (1992)
- 5) 環境庁編 : 平成2年版環境白書, 大蔵省印刷局, p.118 (1991)
- 6) 鳥取県土地改良事業団体連合会 : 農業集落排水リサイクル実験業務報告書, 鳥取県土地改良事業団体連合会, pp.1-114 (1992)
- 7) 吉田 勲, 石井利幸 : 処理水の再利用に関する研究 I。処理水の水質と栽培試験 鳥取大学農学部研究報告, 46 pp.23-27, (1993)
- 8) 吉田 勲, 石井利幸 : 処理水の再利用に関する研究 II。処理水が土壌に及ぼす影響 鳥取大学農学部研究報告, 46 pp.29-33, (1993)