

## 下水汚泥肥料の地域産業（茶栽培）への適用

鹿児島高専（学）○森重朱理 原田隆大（正）片平智仁（正）山田宏（正）山田真義（正）山内正仁  
（株）日水コン 種市尚仁 佐々木俊郎 碓智 長岡技術科学大学（正）山口隆司

### 1. はじめに

鹿児島県は荒茶生産量が全国第二位（26,600トン、2017年）であり、全国シェアの32%を占める。茶栽培では年間を通して有機質肥料や配合肥料が利用されているが、その利用量は年間50kgN/10aであり、1haで年間60万円の肥料代がかかる。近年の茶価低迷による粗収益の減少、肥料等生産資材価格の上昇は、茶農家の経営を圧迫している。また、全国的に茶園土壌はカリウム含量が増加傾向にある。特に鹿児島県では牛糞堆肥の過剰施肥による土壌中のカリウムの蓄積が進み、安価な高窒素・低カリウム肥料が求められている。さらに、茶栽培では土壌の通気性、保水性を改善するために年間1~2トン/10a腐葉土が利用されている。

下水処理施設では下水汚泥や下水熱、炭酸ガスなどの多くのバイオマスが集積する資源の宝庫である。中でも下水汚泥は、2015年の下水道法改正では、燃料又は肥料としての再生利用努力の必要性が規定されている<sup>1)</sup>。また第三次循環型社会形成推進基本計画（2013年5月）では、バイオマス系循環資源について、地域内での循環利用を支援するように示され<sup>1,2)</sup>、さらに同第四次循環型社会形成推進基本計画（2018年6月）では、下水処理場を地域のバイオマス活用の拠点とし、下水汚泥を肥料として再生利用する取り組みを推進することが示されている<sup>3)</sup>。このように、現在、下水汚泥の地域内での利用促進が求められている。

下水汚泥は、高窒素・低カリウムであり、これを原料とした下水汚泥肥料も同様な特性を有する。また、本研究グループでは、これまでに従来直接土壌肥料として施用されるのみであった下水汚泥を新たな利用形態として食用きのこ栽培に利用する技術開発に成功している。食用きのこ栽培過程で発生する廃菌床はおが屑由来の繊維成分が多く、カリウムが少ない特性を有する。

このような状況から、下水汚泥肥料、廃菌床はそれぞれ、茶栽培における有機質資材、腐葉土の代替として利用可能と考えた。本研究では下水汚泥肥料および廃菌床の有効利用法として茶への施肥を検討した。

### 2. 試験方法

供試材料として、茶‘さきみどり’の5年生挿し木苗を用いた。栽培は鹿児島県霧島市にある茶農家の圃場で2017年10月4日から施肥を開始した。栽培方法は50cm間隔のちどり植えて行い、栽培面積は試験区あたり9.0m<sup>2</sup>（1.8m×5.0m）とした。処理区は菜種油粕（理研農産化工（株）N:P:K=5.3%, 2.0%, 1.0%）と腐葉土を用いた慣行施肥区（対照区1）、腐葉土の代替としてM廃菌床を用いた慣行施肥区（対照区2）、菜種油粕を25%ずつ下水汚泥肥料（（株）山有、N:P:K=3.0%, 5.3%, 0.6%）に置換し、M廃菌床を用いた試験区（下水汚泥肥料25%区、下水汚泥肥料50%区、下水汚泥肥料75%区）、下水汚泥肥料100%区（下水汚泥肥料+M廃菌床）および配合肥料区（化学肥料+豚糞堆肥）の7処理区を設けた。一番茶の生育調査および収穫は4月下旬から5月上旬に行った。生育調査は採摘み法（20×20cm）で行い、新梢の根約2~3cm上部を摘採し、新葉数、摘芽長、摘芽数、摘芽重、出開きの有無を調査した。収穫は調査後に収穫機で行った。収穫後は茶葉を蒸し、60°Cで48時間以上乾燥させた。乾燥させた茶葉は成分分析（テアニンやカテキンなど、アミノ酸、重金属）に供した。

### 3. 試験結果と考察

表-1 に一番茶の生育調査結果を示す。2018年度の出開度は52.5~70.3%であった。収量は配合肥料区が746.7kg/10a最も多く、下水汚泥肥料を与えた区では施用割合が高くなるに伴い収量が多くなる傾向にあった。特に菜種油粕の50%以上を下水汚泥肥料に置換した試験区では、慣行施用区よりも収量が70~115kg/10a増加した。この理由を明らかにするために、本試験で供したM廃菌床、下水汚泥肥料の窒素無機化試験を行った。その結果、下水汚泥肥料の窒素無機化率は67.2%と菜種油粕（50~55%）よりも高く、このことが収量増加に繋がったと考えられた。また、M廃菌床の肥効率は3%と低く、茶園の土壌改良剤として利用可能と考えられた。2019年度の出開度は78.8~96.7%であった。収量は前年度と比較して各試



図-1 栽培試験圃場

表-1 一番茶の生育調査結果 (上段: 2018, 下段: 2019年)

処理区	平均 新葉数	平均新 摘芽長	採摘 全芽数	採摘 全芽重	採摘 100芽重	出開度	収量 (9m)	収量 (10a)
	(-)	(cm)	(-)	(g)	(g)	(%)	(kg)	(kg)
慣行施肥区	3.2	6.1	50.3	34.0	68.1	70.3	5.2	581.1
	3.4	6.7	56.3	56.0	101.3	78.8	7.2	797.8
慣行施肥+廃菌床区	3.2	5.7	56.3	37.0	65.6	63.3	5.3	588.9
	3.6	7.1	63.3	58.0	91.6	78.8	7.6	840.1
下水汚泥堆肥25%区	3.2	5.6	60.7	37.3	61.6	59.9	5.6	620.0
	3.4	6.9	64.0	59.7	93.2	83.6	10.1	1,121.1
下水汚泥堆肥50%区	3.1	5.6	64.3	38.0	59.2	59.3	6.0	661.1
	3.5	7.2	69.3	67.0	96.3	89.3	9.8	1,091.1
下水汚泥堆肥75%区	3.4	6.0	56.0	39.7	70.4	70.3	6.3	696.7
	3.2	6.2	67.3	56.3	83.4	92.0	8.8	978.9
下水汚泥堆肥100%区	3.3	6.5	56.7	40.7	71.4	57.5	6.3	704.4
	3.4	7.4	61.0	55.0	90.2	95.6	9.5	1,053.3
配合肥料区	3.3	6.0	63.0	44.7	70.8	52.5	6.7	746.7
	3.3	6.5	61.3	48.0	78.0	96.7	9.2	1,021.1

表-2 一番茶の茶葉の化学成分含有量

処理区	タンニン	窒素	テアニン	エピ カテキン	エピカテキ ンガレート	エピガロ カテキン	エピガロ カテキン ガレート	総アミノ酸含量
	乾物%	(g/100g乾物)		(mg/100g乾物)				(mg/100g乾物)
慣行施肥区	10.5	5.7	1.53	617	628	3,189	4,423	1,128
慣行施肥+廃菌床区	10.3	5.8	1.70	577	618	2,884	4,325	1,211
下水汚泥堆肥25%区	10.0	5.8	1.91	586	606	2,672	4,214	1,275
下水汚泥堆肥50%区	9.80	5.6	1.97	568	609	2,683	4,128	1,304
下水汚泥堆肥75%区	11.1	5.3	1.22	658	710	3,498	5,350	936
下水汚泥堆肥100%区	11.0	5.3	1.30	682	712	3,560	5,290	903
配合肥料区	10.2	5.6	1.85	582	705	2,554	4,800	1,195

験区で40~80%増加した。これは、収穫時期を前年度より10日程度遅くしたことで、茶葉が成長し過ぎてしまったことが影響していると考えられる。一番茶の出開き度は50~70%程度が適期とされ、80%以上では三番茶に見られるように旨み・甘み成分(テアニン量)が減少し、カテキン量が増加するため、良質の茶は得られないとされている。今年度の出開度は下水汚泥肥料を利用した試験区では、80%を超えており、一番茶の品質としては課題が残った。しかしながら、下水汚泥肥料の肥料的

効果は今年度も認められた。表-2に2018年度の一番茶の成分分析結果を示す。下水汚泥肥料25%区、50%区では旨味・甘味成分のテアニン量が慣行施肥区や配合肥料区よりも高くなった。一方、下水汚泥肥料の施肥量が多くなるとテアニン量は減少し、渋味成分のタンニン、カテキンが増加した。総アミノ酸含量についても、下水汚泥肥料75%区および下水汚泥肥料100%区は他の処理区よりも少なかった。表-3に一番茶に含まれる重金属の分析結果を示す。T-Cr, Niについては、下水汚泥肥料を用いた試験区においても対照区と同量程度検出されたが、茶葉の品質基準(Codex基準)に示されているAs(総ヒ素2mg/kg), Pb(1mg/kg), T-Hg(0.5mg/kg)などの重金属は検出されなかった。

#### 4. おわりに

本研究では、下水汚泥肥料の新規利用法として、茶栽培への利用を検討した。その結果、下水汚泥肥料は有機質資材の菜種油粕よりも肥料効果が高く、また、茶葉からの重金属などの有害物質の検出もないことから、利用可能性が示唆された。しかし、茶は永年性作物であるため、1-2ヶ年の結果だけでは廃菌床および下水汚泥肥料の利用が可能であるかは判断が困難である。そのため、今後も同様の研究を行い、茶葉の生育および収量への影響や土壌に含まれる重金属の蓄積などを検討する必要がある。

#### 参考文献:

- 1) 国土交通省ホームページ: 水防法等の一部を改正する一部施行等について(7月19日施行分) <http://www.mlit.go.jp/river/suibou/suibouhou.html>.
- 2) 細川恒: 下水道法改正と下水汚泥の処理, JS技術情報メール, No. 166, <http://www.jswa.go.jp/g/g5/g5m/y/pdf/y146.pdf>, 2015.
- 3) 循環型社会形成推進基本計画: [https://www.env.go.jp/recycle/circul/keikaku/keikaku\\_4](https://www.env.go.jp/recycle/circul/keikaku/keikaku_4), 2018.