

下水道資源の茶栽培への適用

鹿児島高専 ○森重朱理 原田隆大 山田宏 山田真義 山内正仁 長岡技術科学大学 山口隆司
(株)日水コン 中曽根聖納 佐々木俊郎 碓智 大成建設 (株) 大川原良次 猪熊千恵 鈴木伸之

1. はじめに

現在、下水処理施設から発生する下水汚泥や下水熱、リンなどの資源の活用促進が求められており、2015年の下水道法改正では、汚泥の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¹⁾。また「循環型社会形成推進計画」においては、下水汚泥の肥料利用に関して、地域内での循環利用を支援するように示されている^{1,2)}。しかしながら、地域内で下水汚泥を循環利用するためには、地域産業との連携が必要である。

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50～70kgN/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可給態リン酸、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。現在、茶栽培では土づくりのために1～2トン/10a腐葉土が利用されている。また有機質肥料として菜種油粕や魚粉等が利用されている。

本研究グループでは、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の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た³⁾。きのこ栽培後に発生する廃菌床は繊維成分が多く、カリウムが少ない。また、下水汚泥肥料は高窒素・低カリウム資材であることから、従来の有機質資材の代替として活用できる可能性がある。

そこで、本研究ではきのこ栽培過程で発生する廃菌床および下水汚泥肥料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9.0m²(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を4月下旬に行った。生育調査は枠摘み法(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℃で24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。出開度は52.5～70.3%であった。収量は配合肥料区が746.7kg/10aと最も多く、

表-1 一番茶の生育調査結果

処理区	平均新葉数	平均新摘芽長 (cm)	枠摘全芽数	枠摘全芽重 (g)	枠摘芽100芽重 (g)	出開度 (%)	収量(9m ²) (kg)	収量(10a) (kg)
慣行施肥区	3.2	6.1	50.3	34.0	68.1	70.3	5.2	581.1
慣行施肥+廃菌床区	3.2	5.7	56.3	37.0	65.6	63.3	5.3	588.9
下水汚泥肥料25%区	3.2	5.6	60.7	37.3	61.6	59.9	5.6	620.0
下水汚泥肥料50%区	3.1	5.6	64.3	38.0	59.2	59.3	6.0	661.1
下水汚泥肥料75%区	3.4	6.0	56.0	39.7	70.4	70.3	6.3	696.7
下水汚泥肥料100%区	3.3	6.5	56.7	40.7	71.4	57.5	6.3	704.4
配合肥料区	3.3	6.0	63.0	44.7	70.8	52.5	6.7	746.7

キーワード：下水汚泥肥料 廃菌床 茶栽培 資源化

連絡先：鹿児島県霧島市隼人町真孝1460-1・0995-42-9124

表-2 一番茶の成分分析結果

試験区	タンニン	窒素	テアニン	エピカテキン	エピカテキン ンガラート	エピガロカテキン	エピガロカテキン ガラート	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	3189	4423	1128
慣行施肥+廃菌床区	10.3	5.8	1.70	577	618	2884	4325	1211
下水汚泥肥料25%区	10.0	5.8	1.91	586	606	2672	4214	1275
下水汚泥肥料50%区	9.8	5.6	1.97	568	609	2683	4128	1304
下水汚泥肥料75%区	11.1	5.3	1.22	658	710	3498	5350	936
下水汚泥肥料100%区	11.0	5.2	1.30	682	712	3560	5290	903
配合肥料区	10.2	5.6	1.85	582	705	2554	4800	1195

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

表-3 一番茶, 三番茶に含まれる重金属分析結果

試験区	一番茶 (mg/kg乾物)						三番茶 (mg/kg乾物)					
	As	T-Cr	Ni	Cd	Pb	T-Hg	As	T-Cr	Ni	Cd	Pb	T-Hg
慣行施肥区	N.D.	0.6	3.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.5	3.0	N.D.	N.D.	N.D.
慣行施肥+廃菌床区	N.D.	0.7	4.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	3.1	N.D.	N.D.	N.D.
下水汚泥肥料25%区	N.D.	0.6	5.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	3.7	N.D.	N.D.	N.D.
下水汚泥肥料50%区	N.D.	0.5	6.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	4.3	N.D.	N.D.	N.D.
下水汚泥肥料75%区	N.D.	0.3	3.7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	2.6	N.D.	N.D.	N.D.
下水汚泥肥料100%区	N.D.	0.2	4.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	2.9	N.D.	N.D.	N.D.
配合肥料区	N.D.	0.3	5.8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	4.5	N.D.	0.1	N.D.

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, 下水汚泥肥料の肥効率を明らかにするために, 窒素無機化試験を行った. その結果, 下水汚泥肥料の肥効率は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. 表-2に一番茶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. しかしながら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. 窒素含量, テアニン含量およびアミノ酸含量はタンニン含量と負の相関があるとされ⁴⁾, 本研究においても同様の傾向が見られた. 加えて, アミノ酸の一種であるグルタミン酸は玉露の旨味成分とされ⁵⁾, エピガロカテキンガラートは少ないと渋味が少なくなると報告されている⁶⁾. 一番茶は, 旨味成分が多いものが好まれるため, 品質的には下水汚泥肥料25%区, 50%区が最も良いと思われる. 表-3に一番茶, 三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.

以上の結果から, きこの栽培過程で発生する廃菌床および下水汚泥肥料は茶栽培に利用可能であることが明らかとなった. また, 下水汚泥肥料は施肥量が増加すると茶葉に含まれるタンニンやカテキンが増加し, テアニンやアミノ酸が減少することも確認された. しかし, 茶は永年性作物であるため, 1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.

4. おわりに

本研究で得られた知見を示す.

- 1) 下水汚泥肥料を菜種油粕の代替として利用すると茶葉の収量が増加した.
- 2) 茶葉の品質, 収量から判断すると, 一番茶では下水汚泥肥料25%区および50%区で良質の茶葉を得ることができる.
- 3) 茶葉から品質基準を上回る重金属は検出されなかった.

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/g5/g5m/y/pdf/y146.pdf>, 2015., 3) 山内正仁, 池田匠児, 新原悠太郎, 山田真義, 八木史郎, 黒田恭平, 原田陽, 山口隆司: 下水汚泥堆肥を用いたマッシュルーム栽培技術の開発, 土木学会論文集G(環境) Vol. 73(7), III. 397-III. 405, 2017., 4) 森田明雄, 小西茂毅, 中村順行, 清水絹恵, 横田博実: チャ品種の育成年度に応じた茶葉中の各種成分含量の変化, 育種学研 6, pp. 1-9, 2004. 5) 堀江秀樹, 氏原ともみ, 木幡勝則: 玉露のうま味, 茶業試験場研究報告 93, pp. 91-94, 2002. 6) 中川致之: 茶の品質とカテキンに関する研究, 茶業試験場研究報告 6, pp. 65-166, 1970.