

# ウーロン茶抽出滓を利用した土壤中硝酸態窒素の低減に関する研究

森下年起・藪野佳寿郎<sup>1</sup>

和歌山県農林水産総合技術センター 農業試験場

Studies on Reduction of Nitrate in Soil by Using Extracted Oolong Tea Residue

Toshiki Morishita and Yabuno Kazuo<sup>1</sup>

*Agricultural Experiment Station*

*Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries*

## 緒 言

野菜の施設栽培産地の土壌では、多施肥、有機質資材の多投入により硝酸態窒素の過剰集積が多くみられる。除塩対策としての緑肥栽培は長期間を要し、湛水処理は効果が高いものの硝酸態窒素の流出による地下水汚染の問題が指摘されている（小野, 1994 ; 池田, 1990）。

一方、和歌山県内では、食品加工場からのウーロン茶抽出滓等の排出量が多く、有効利用が望まれている。従来から、稲わら等の C/N 比の高い有機物による窒素の取り込みが良く知られているが、ウーロン茶抽出滓（以下ウーロン茶滓）も C/N 比が約 14 と低いものの窒素の取り込みが起こることが認められている（神奈川県, 1997 ; 石井ら, 2005）。稲わらに取り込まれた窒素は長期にわたり徐々に無機化するが（地域重要新技術, 1989）、C/N 比の低いウーロン茶滓に取り込まれた窒素は比較的早く無機化し、作物作付期間中に肥効が期待できる。そこで、ウーロン茶滓を利用した土壤中硝酸態窒素の低減メカニズム及びウーロン茶滓の窒素取り込み能力を検討するとともに、ウーロン茶以外の茶滓類についても窒素取り込み能力を評価した。

なお、本試験は、地域基幹農業技術体系化促進研究「中山間地域におけるクリーンエネルギーを利用した野菜の省力安定生産技術」で実施したものである。

## 材料及び方法

### 供試資材

ウーロン茶滓は、食品工場から排出されたものを、風乾後、粉碎し、T-C が 47.9 %、T-N が 3.46 %、C/N 比 13.9 であった。土壌は pH6.33、T-C が 1.51 %、T-N が 0.14 %、C/N 比 11.05 の灰色低地土を用いた。

### 試験 1. 土壌水分とウーロン茶滓添加後の土壤中硝酸態窒素の推移

風乾細土 50g を 250mL 容ポリエチレンの振とうびんに入れ、ウーロン茶滓を添加後、土壌の水分量を最大容水量及び最大容水量の 60%として 30℃でインキュベートを 2 反復にて行った。硝酸態窒素は、硝酸カリを用いて 30mg/100g 相当量を水分量調節用の蒸留水に溶解して添加した（以下の試験も同様）。最大容水量は、土壌環境分析法（1997）に準じて、100 mL コアに試料を充填後、底部を水に浸した時の毛管飽和に相当する水分量とした。ウーロン茶滓の添加量は、最大容水量では、風乾粉碎物を 0, 0.1, 0.3, 0.5, 1g/100g、最大容水量の 60%では 0, 1, 2, 4g/100g とした。インキュベート開始 0 ~ 60 日後

<sup>1</sup>現在：和歌山県環境生活部食品安全企画課

の硝酸態窒素、アンモニア態窒素含量を塩化カリ抽出-蒸留法により分析した。

#### 試験2. ウーロン茶滓添加土壌における硝酸態窒素の有機化・脱窒

重窒素 10.8atom%を含有する硝酸カリを用いて硝酸態窒素含量及び土壌水分を上記と同様として、ウーロン茶滓の風乾粉碎物 0, 1, 4g/100g を添加後、30℃でインキュベートを行った。インキュベート開始3日後と30日後の土壌中硝酸態窒素、アンモニア態窒素を上記同様の方法で、全窒素をサリチル酸・硫酸分解-蒸留法により分析した。また、それぞれに含まれる重窒素量を発光分析法(山室ら, 1977)により測定し、硝酸由来窒素の形態別存在割合を算出した。脱窒量は、添加窒素量から有機態と無機態窒素量の含量を差し引いて算出した。

#### 試験3. 土壌中硝酸態窒素含量とウーロン茶滓の窒素取り込み量

硝酸カリを用いて硝酸態窒素含量が20, 30, 50mg/100gの土壌を調製した。土壌水分を最大容水量の60%とし、ウーロン茶滓風乾粉碎物 0, 1, 2, 4, 6, 10g/100g を添加後、30℃でインキュベートを行った。インキュベート開始0~8日後の硝酸態窒素含量を分析した。

#### 試験4. 茶滓等有機物添加後の土壌中無機態窒素の推移

添加する有機物として、ウーロン茶滓、煎茶滓、ほうじ茶滓、紅茶滓、コーヒー滓、麦茶滓、稲わらを生試した。各種茶滓等有機物の風乾粉碎物を炭素 2g/100g 添加後、土壌水分を最大容水量の60%とし、30℃でインキュベートを行った。インキュベート開始1, 3, 7, 30日後の硝酸態窒素、アンモニア態窒素含量を分析した。各有機物の炭素形態別含量は、堆きゅう肥等有機物分析法(1992)に準じて、熱水可溶性、ヘミセルロース、セルロースに分画し、各分画液中の還元糖をSomogyi変法により定量した。また、窒素形態別含量は、土壌養分分析法(1980)に準じて、熱水可溶性、酸可溶留出性窒素(アンモニア+アミド+アミノ糖態)、酸可溶非留出性窒素(アミノ酸+ヒューミン)に分画し、それぞれの窒素を定量した。ポリフェノールは、食品機能研究法(2000)に準じて分析した。試料2gに、80%メタノール100mlを加えて磨砕抽出し、Folin-Denis法によりカテキンを標準物質として定量した。

#### 試験5. ウーロン茶及び煎茶滓添加土壌における無機態窒素の動態

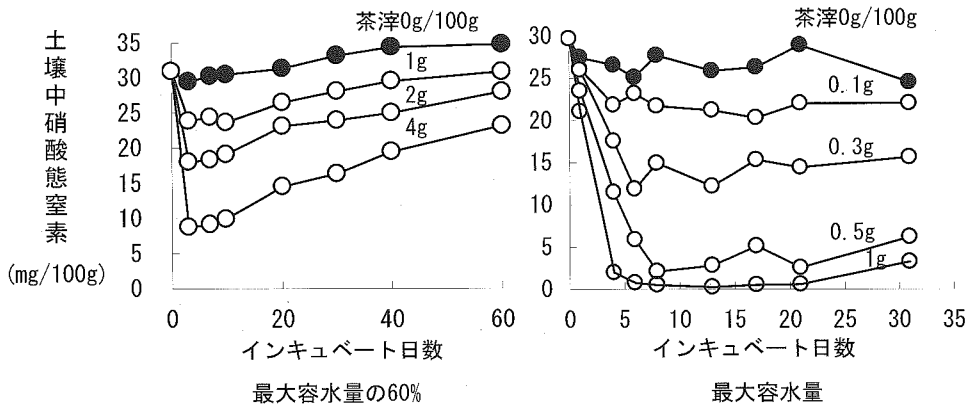
硝酸カリ(一部重窒素 10.8atom%含有硝酸カリ)を用いて硝酸態窒素含量が30mg/100gの土壌を調製した。ウーロン茶及び煎茶滓の風乾粉碎物を炭素 2g/100g 添加し、温度を30℃、土壌水分は最大容水量の60%としてインキュベートを行った。ウーロン茶滓、煎茶滓は、試験4と同じものを生試した。インキュベート開始0~360日後の硝酸態窒素、アンモニア態窒素含量を分析した。それらのうち、3, 7, 30, 90, 180日後については、重窒素 10.8atom%含有硝酸カリを用いて、それぞれの硝酸態窒素、アンモニア態及び全窒素の分析とともに、重窒素量を発光分析法により測定し、硝酸由来窒素の形態別存在割合を算出した。

## 結 果

#### 試験1. 土壌水分とウーロン茶滓添加後の土壌中硝酸態窒素の推移

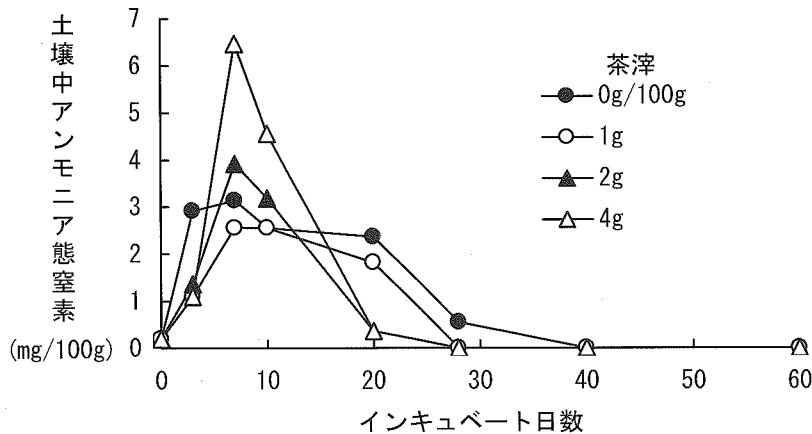
土壌水分を最大容水量の60%とした場合、土壌中硝酸態窒素は、ウーロン茶滓添加量の増加に伴い減少し、30℃条件下では添加3日後に最も少なくなった。硝酸態窒素が5mg減少するときのウーロン茶滓は1gであった。その後、土壌中硝酸態窒素は徐々に増加したが、60日経過しても添加時のレベルまで回復しなかった(第1図)。アンモニア態窒素は、硝酸態窒素の増加初期に3~6mg/100g前後みられた(第2図)。

土壌水分を最大容水量とした場合、土壌中硝酸態窒素は、ウーロン茶滓添加量の増加につれて減少したが、その後の増加傾向はみられずほぼ一定で推移した(第1図)。アンモニア態窒素は、全期間ほとんど検出されなかった。硝酸態窒素が5mg減少するときのウーロン茶滓は0.1gであった。



第1図 異なる土壤水分におけるウーロン茶抽出滓添加と硝酸態窒素含量の推移

注) 硝酸態窒素30mg/100g添加, ウーロン茶抽出滓: 乾燥粉碎物, T-C47.9%, T-N3.36%, C/N比13.9, インキュベート温度: 30℃



第2図 最大容水量の60%におけるウーロン茶抽出滓添加量とアンモニア態窒素含量の推移

注) 土壤, 茶滓, インキュベート条件は第1図と同じ

試験2. ウーロン茶滓添加土壤における硝酸態窒素の有機化・脱窒

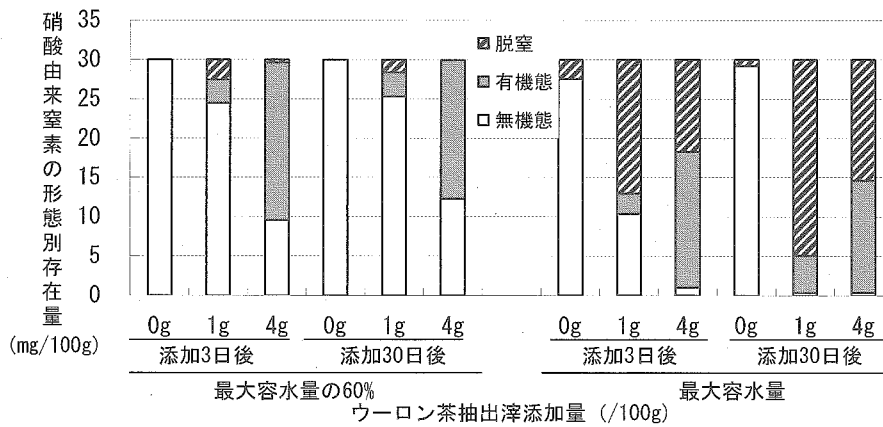
重窒素を用いたインキュベート試験において, 土壤水分を最大容水量の60%とした場合, 硝酸態窒素はウーロン茶滓添加量に対応して有機化し, 残りのほとんどは硝酸態で残存した. ウーロン茶滓を4g/100g添加すると, 30℃条件下で3日後に, 約20mg/100gが有機態となった. 30日後には, 有機態の割合がやや減少し, 無機態の割合が増加した(第3図, 第1表).

最大容水量でも, ウーロン茶滓添加により最大容水量の60%の場合とほぼ同量の硝酸態窒素が有機化した. しかし, 残りは無機態では存在せず脱窒した(第3図, 第1表).

試験3. 土壤中硝酸態窒素含量とウーロン茶滓の窒素取り込み量

土壤水分を60%含水量とし, 硝酸態窒素含量が異なる場合, ウーロン茶滓の窒素取り込み量をさらに検討した. 土壤水分が最大容水量の60%において, 硝酸態窒素含量を20, 30, 50mg/100gとした場合, いずれも茶滓の添加量に対応して3日後に最も少なくなり, 以降増加した(第4図).

いずれの硝酸態窒素含量においても, 茶滓添加量と土壤中硝酸態窒素最小量の間に関連がみられた. 硝酸態窒素含量が20mg/100gでは, 茶滓乾物1g当たり5.0mgの硝酸態窒素が減少した. 硝酸態窒素含量30, 50mg/100gにおける減少量は, それぞれ, 4.6, 4.1mgであった(第5図).



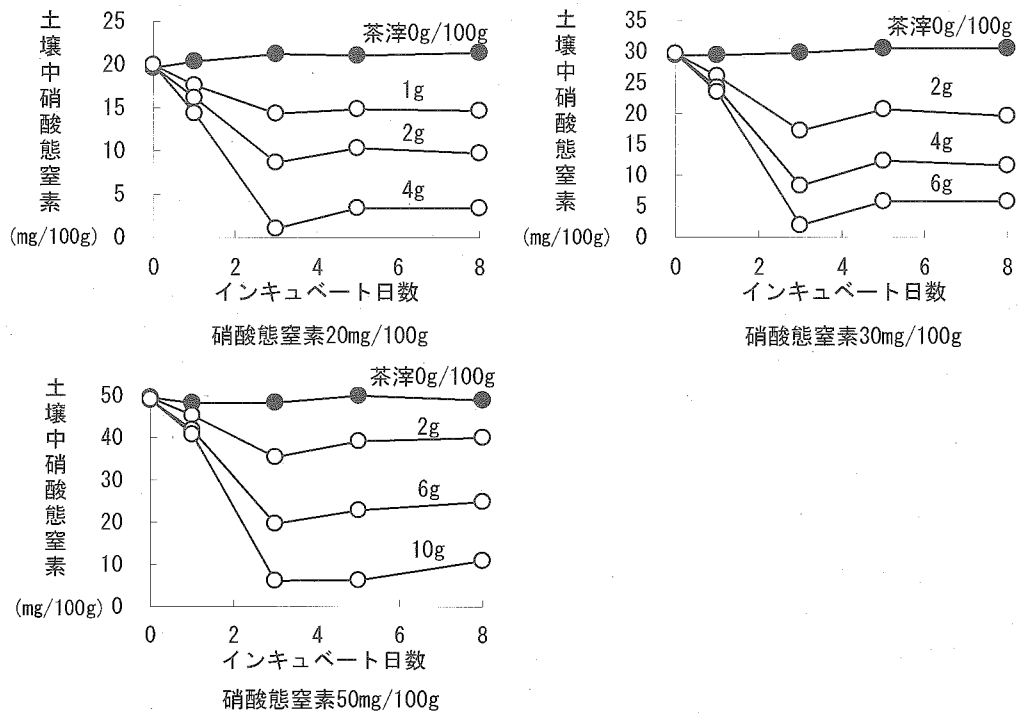
第3図 ウーロン茶抽出滓添加土壌における硝酸由来窒素の形態別存在量

注)  $K^{15}NO_3$  (10.8atom%) を窒素30mg/100g添加, 脱窒=添加量-(有機態+無機態), ウーロン茶抽出滓: 乾燥 粉碎物, T-C47.9%, T-N3.46%, C/N比13.9, インキュベート温度: 30°C, 灰色低地土: T-C1.51%, T-NO.14%

第1表 ウーロン茶抽出滓添加後の土壌中無機態窒素含量及び硝酸由来窒素

土壌水分	茶 滓 添加量 (g/100g)	土壌中無機態窒素含量(mg/100g)					
		添加3日後				添加30日後	
		$NO_3-N$ (NO <sub>3</sub> 由来)	$NH_4-N$ (NO <sub>3</sub> 由来)	$NO_3-N$ (NO <sub>3</sub> 由来)	$NH_4-N$ (NO <sub>3</sub> 由来)		
最大	0	31.2 (30.0)	1.3 (0.0)	32.5 (30.0)	0.0 (0.0)		
容量	1	24.8 (24.3)	0.5 (0.2)	28.4 (25.3)	0.0 (0.0)		
の60%	4	9.9 (9.2)	0.7 (0.4)	17.8 (12.4)	0.0 (0.0)		
最大	0	29.2 (27.5)	1.7 (0.0)	29.2 (29.2)	0.0 (0.0)		
容量	1	10.8 (10.4)	0.4 (0.0)	1.4 (0.3)	0.0 (0.0)		
	4	1.7 (1.0)	0.7 (0.0)	1.8 (0.4)	0.0 (0.0)		

注)  $K^{15}NO_3$  (10.8atom%) を窒素30mg/100g添加, 茶滓, インキュベート試験条件は第3図に同じ



第4図 最大容量の60%における硝酸態窒素量, ウーロン茶抽出滓添加量と土壌中無機態窒素含量の推移

注) ウーロン茶抽出滓: 乾燥 粉碎物, T-C47.9%, T-N3.46%, C/N比13.9, インキュベート温度: 30°C, 灰色低 地土: T-C1.51%, T-NO.14%

試験4. 茶滓等有機物添加後の土壤中無機態窒素の推移

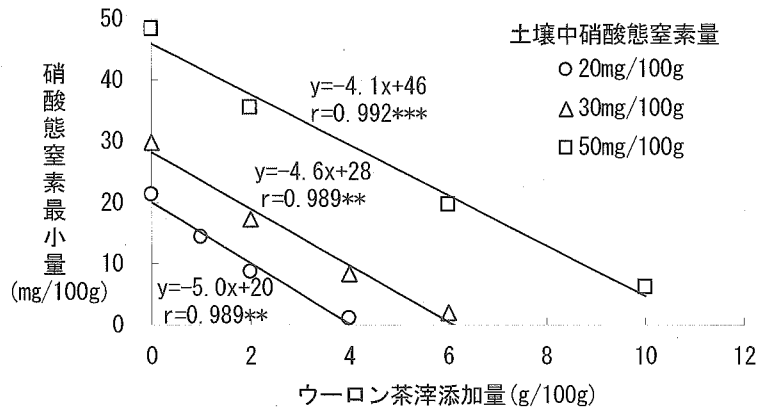
茶葉抽出液類（ウーロン茶、煎茶、紅茶）を土壤に添加した場合、無機態窒素はいずれも 30℃条件下で添加3日後に最も少なくなり硝酸態窒素の取り込みが見られた。その量は、炭素 1g 当たり 10.3 ~ 11.8mg とほぼ一定であった（第2表）。

煎茶及び紅茶滓は、土壤中硝酸態窒素 30mg/100g、茶滓添加量が炭素 2g/100g の場合、両茶滓とも添加7日後に、土壤中無機態窒素は元のレベルに回復した。両茶滓は、全窒素及び熱水可溶性窒素含量が高く C/N 比が低かった（第2表、第3表）。

麦茶滓は、窒素取り込み量が炭素 1g 当たり 15.5mg と茶葉抽出液類に比べて多かった。また、熱水可溶性有機物炭素が多く、添加直後から多くの窒素取り込みがみられた（第2表、第3表）。

コーヒー滓は、硝酸態窒素の取り込みが長期間に渡り継続し、アンモニア化成もほとんどみられなかった（第2表）。

煎茶、紅茶滓はポリフェノール含量が多いものの両茶滓の窒素取り込み量はウーロン茶滓と同等であり、ポリフェノールが窒素の有機化に及ぼす影響は見られなかった（第2表、第3表）。



第5図 最大容水量の60%における土壤中硝酸態窒素量別のウーロン茶滓添加量と添加後の硝酸態窒素最小量

注) インキュベート試験：温度条件等は第4図に同じ、硝酸態窒素最小量は茶滓添加3日後、\*\*、\*\*\*：有意水準1%、0.1%

第2表 茶滓等有機物添加後の土壤中無機態及びアンモニア態窒素の推移

有機物の種類	無機態窒素 (うちアンモニア態窒素) mg/100g					窒素取り込み量 mg/gC
	0日後	1日後	3日後	7日後	30日後	
ウーロン茶滓	29.8 (0.7)	19.1 (0.7)	8.0 (1.5)	11.3 (4.6)	16.0 (0.2)	11.8
煎茶滓	29.8 (0.7)	19.7 (0.7)	11.1 (7.1)	30.0 (28.2)	36.6 (1.3)	10.3
紅茶滓	30.8 (1.6)	17.3 (0.7)	10.7 (5.8)	30.0 (22.9)	32.4 (0.4)	10.5
麦茶滓	29.8 (0.7)	7.3 (3.8)	2.4 (2.2)	1.1 (1.1)	12.6 (0.2)	15.5
コーヒー滓	29.8 (0.7)	21.7 (0.5)	12.6 (0.4)	10.0 (0.5)	4.6 (0.4)	13.7
稲わら	29.8 (0.7)	13.5 (0.7)	2.0 (0.7)	1.1 (1.1)	0.7 (0.4)	15.7
無添加	29.8 (0.7)	31.3 (1.5)	31.7 (1.6)	32.0 (1.5)	32.0 (0.2)	-

注) 硝酸態窒素：30mg/100g、有機物：乾燥粉砕物2gC/100g相当添加、インキュベート：30℃、最大容水量の60%、灰色低地土：T-C1.51%、T-N0.14%、窒素取り込み量=無機態窒素最小値と同時期の無添加区の差/C添加量

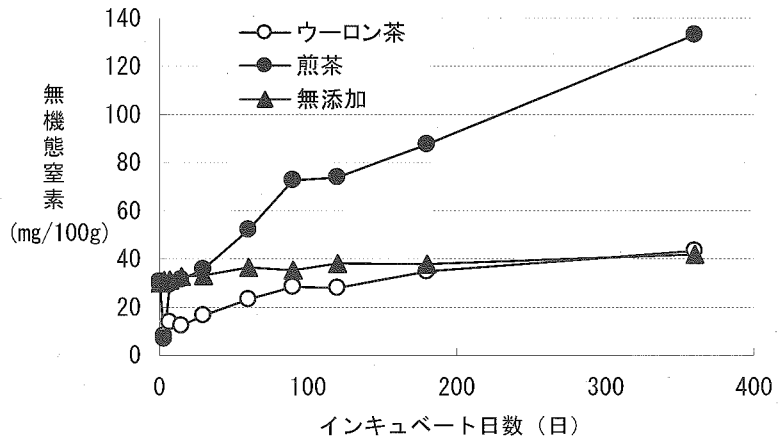
第3表 茶滓等有機物の炭素、窒素形態別含有率及びポリフェノール含量 (乾物当たり%)

有機物の種類	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N比	炭素の形態別含有率 (C%)			窒素の形態別含有率 (N%)			ポリフェノール (mg/g)
				熱水可溶	ヘミセルロース	セルロース	熱水可溶	酸可溶留出	酸可溶非留出	
ウーロン茶滓	47.9	3.5	13.8	2.4	4.8	3.7	0.38	0.18	2.31	14.4
煎茶滓	47.1	4.3	11.0	3.6	3.3	3.1	0.81	0.23	3.32	34.8
紅茶滓	47.3	4.4	10.9	2.8	3.0	3.6	0.89	0.24	3.31	32.6
麦茶滓	42.9	1.9	22.7	20.3	3.7	3.7	0.37	0.20	1.11	1.5
コーヒー滓	48.9	2.1	23.0	1.4	11.1	3.5	0.30	0.15	1.32	3.6
稲わら	39.2	0.8	52.3	2.7	8.1	10.3	0.14	0.04	0.38	2.7

注) 炭素は堆きゆう肥等有機物分析法(農産業振興奨励会)、窒素は土壤養分分析法(養賢堂)に準じて分析した。窒素：酸可溶留出=アンモニア+アミド+アミノ糖態、酸可溶非留出=アミノ酸+ヒューミン+未同定、ポリフェノールは80%メタノール抽出、カチオン換算値

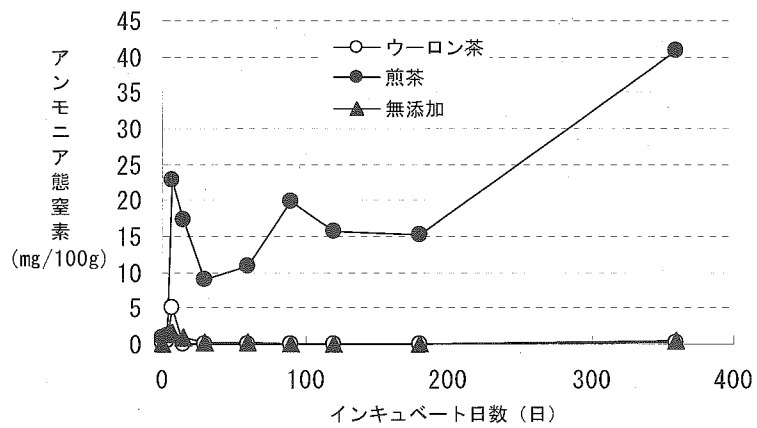
試験5. ウーロン茶及び煎茶  
 滓添加土壌における無機態窒素の動態

硝酸態窒素 30mg/100g の土壌にウーロン茶滓 2gC/100g を添加した場合、土壌中無機態窒素は、添加初期に低下し、その後徐々に増加して 360 日後に約 40mg/100g となった。煎茶滓を添加した場合、無機態窒素は初期に低下後、著しく増加し 360 日後に 130mg/100g となった(第6図)。土壌中アンモニア態窒素は、ウーロン茶滓添加において、添加初期に 5mg/100g 程度みられるがその後ほとんどみられなかった。しかし、煎茶滓では、アンモニア態窒素は増加傾向にあり 360 日後に 40mg/100g となった(第7図)。茶滓添加後、土壌中無機態窒素のうち添加前の硝酸に由来する窒素は、ウーロン茶滓、煎茶滓とも同様に増加した。また、煎茶滓添加後、茶滓由来窒素の著しい増加がみられた(第8図)。



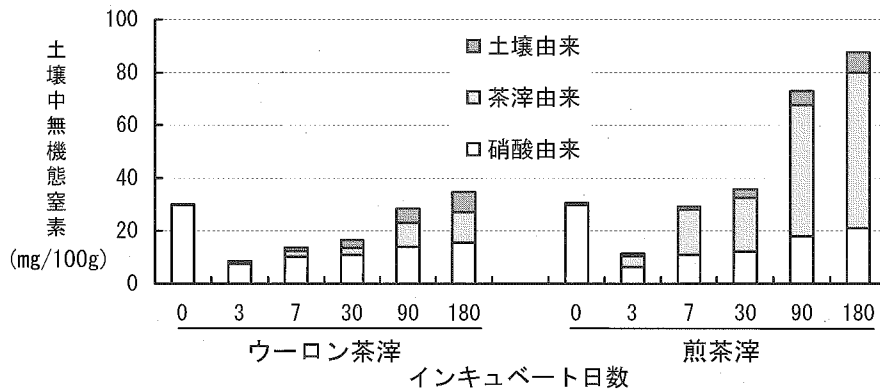
第6図 ウーロン茶及び煎茶滓添加後の土壌中無機態窒素の推移

注) 硝酸態窒素: 30mg/100g添加, 煎茶滓: 粉砕物2gC/100g, インキュベート温度30°C, 土壌水分: 最大容水量の60%, 土壌: 灰色低地土, pH6.33,



第7図 ウーロン茶及び煎茶滓添加後の土壌中アンモニア態窒素の推移

注) インキュベート条件は第6図に同じ



第8図 ウーロン茶及び煎茶滓添加後の由来別土壌中無機態窒素

注)  $K^{15}NO_3$  (5.58atom%) を 30mgN/100g, 茶滓を 2gC/100g 添加, 土壌由来=茶滓無添加における (無機態全量-硝酸由来), 茶滓由来=無機態全量-土壌由来-硝酸由来, インキュベート試験: 温度条件等は第6図に同じ, 茶滓は第3表に示す乾燥粉砕物

## 考 察

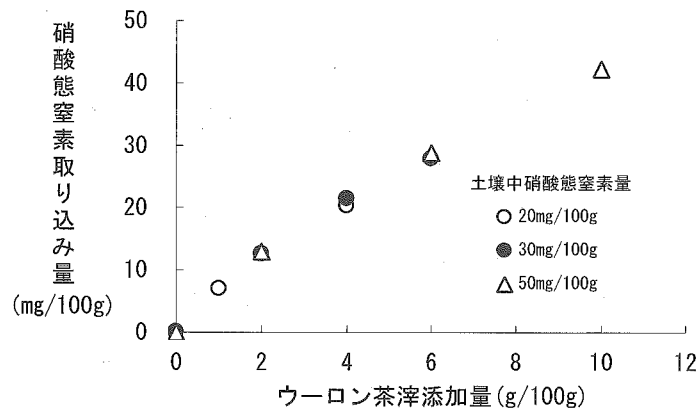
熊田 (1977) は、各種有機物資材について窒素の有機化無機化試験を行い、C/N 比 20 以下の有機物資材では窒素の無機化は起こらない。また、奥田 (1963) も C/N 比 20 以下の堆肥は窒素の有機化は起こらないとしている。しかし、その後、食品廃棄物等の様々な有機質資源について試験が行われ、ウーロン茶滓等の C/N 比 20 以下の有機物についても窒素の有機化が認められている (神奈川県, 1997; 川上ら, 2005)。そこで、本県で、食品廃棄物として排出量が多く有効利用が求められているウーロン茶滓 (C/N 比 13.8) について、窒素の有機化を利用した土壤中硝酸態窒素の低減について検討した。

柴原 (1989) は、施設土壤の除塩対策として、稲わらを施用後、土壤水分含量を高めた脱窒促進が有効であるとしている。また、西尾 (1997) は、麦わらを供試した試験において、土壤中硝酸態窒素の脱窒量は、土壤水分が最大容水量の 60% を境界としてそれ以上で多くなるとしている。本試験においても、重窒素でラベルした硝酸態窒素を用いてその動態を調査したところ、土壤中硝酸態窒素が 30mg/100g の土壤にウーロン茶滓を添加すると、土壤水分が最大容水量の 60% では有機化、最大容水量では有機化及び脱窒により硝酸態窒素が減少することが認められた。硝酸態窒素の有機化量は、土壤水分が異なってもほぼ同量であった。また、添加 3 日後に硝酸由来のアンモニア態窒素がみられることから、有機化した窒素の再無機化は、3 日後には既に始まり、徐々に増加していくものと考えられた。

次に、土壤中硝酸態窒素を低減するためのウーロン茶滓の施用量を検討したところ、土壤水分が最大容水量の 60% では、硝酸態窒素の減少は窒素の有機化に起因し、硝酸態窒素 5mg が減少するときのウーロン茶滓は乾物約 1g であった。土壤水分が最大容水量では、有機化とともに脱窒も起こるため、硝酸態窒素が 5mg 減少するときのウーロン茶滓は乾物 0.1g と最大容水量の 60% の場合に比べて約 1/10 の量であった。また、土壤中の硝酸態窒素が 20 ~ 50mg/100g と異なっても、窒素取り込み量はウーロン茶滓乾物 1g 当たり約 5mg とほぼ一定であった (第 9 図)。

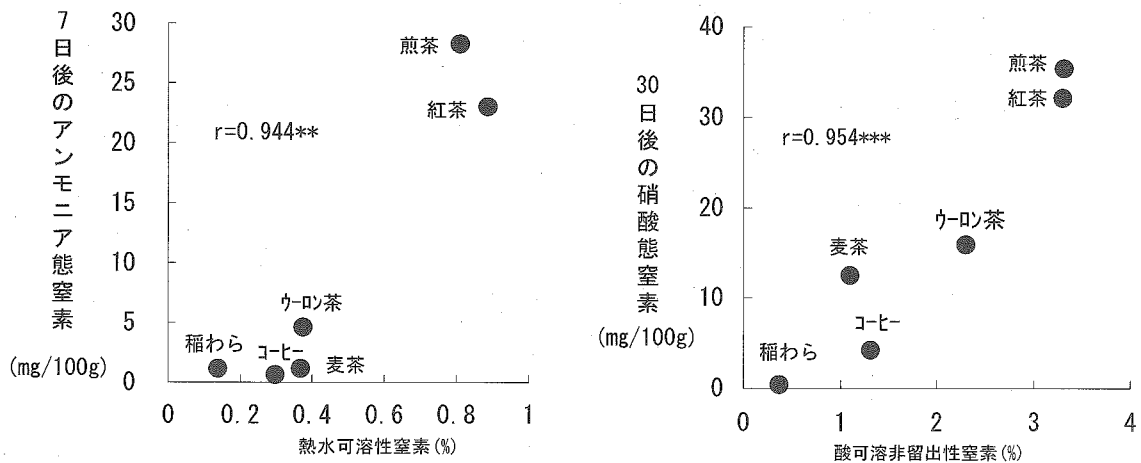
ウーロン茶滓以外の煎茶滓 (C/N 比 11.0)、紅茶滓 (C/N 比 10.9) についても窒素の有機化無機化試験を行った。硝酸態窒素含量が 30mg/100g の土壤に各種茶滓を添加したところ、全てにおいて添加初期に窒素の有機化が認められた。その量は、炭素 1g 当たり 10.3 ~ 11.8mg とほぼ一定であった。これらのうち、ウーロン茶滓は、窒素の有機化に続き、緩やかな無機化が認められた。しかし、煎茶滓、紅茶滓は、初期における窒素の有機化に引き続き、著しい窒素の無機化が起こり土壤中無機態窒素は 7 日後には元のレベルに回復した。煎茶滓について、重窒素でラベルした硝酸態窒素を土壤に添加してその動態を解析したところ、土壤中無機態窒素の著しい増加は茶滓由来窒素の無機化に起因していた。また、供試した茶滓の炭素及び窒素の形態別組成 (井の子, 1982; 今野, 1985) と茶滓添加後の土壤中無機態窒素含量の推移について検討したところ、熱水可溶性窒素と添加 7 日後のアンモニア態窒素、酸可溶性非留出窒素と 30 日後の硝酸態窒素に相関がみられた (第 10 図)。また、炭素の組成は茶滓の種類による差は小さかった。これらのことから、煎茶及び紅茶滓は、C/N 比が低いもののウーロン茶滓と同様に易分解性炭素が多く、窒素の有機化が起こる。しかし、両茶滓は、ウーロン茶滓に比べて、易分解性窒素を多く含むため、添加 3 日以降は無機化量が有機化量を大きく上回り、土壤中無機態窒素の著しい増加が起こると考えられた。煎茶滓、紅茶滓は、茶滓由来窒素の無機化量が多いため、土壤中硝酸態窒素の低減に利用するのではなく、有機質肥料的な利用法が適すると考えられた。

以上ことから、ウーロン茶滓は、施設土壤における過剰な硝酸態窒素の低減資材として利用できる。その際、土壤水分が最大容水量の 60% 程度であれば、ウーロン茶滓施用後に残存する硝酸態窒素は基肥として、また、ウーロン茶滓に取り込まれた窒素は追肥の代替として肥効が期待できる。また、ウーロン茶滓施用後、土壤水分含量を高めた太陽熱消毒を実施する場合などは、脱窒を伴うため、ウーロン茶滓の必要量は少なくなると考えられる。なお、ウーロン茶滓に含まれる窒素の肥効や農作物への影響については今後の検討課題である。



第9図 土壤中硝酸態窒素量別のウーロン茶滓添加量と硝酸態窒素低減量

注) インキュベート試験：土壤水分は最大容水量の60%，  
硝酸態窒素低減量は茶滓添加3日後



第10図 各種茶滓等有機物の熱水可溶性窒素と添加7日後のアンモニア態窒素，  
酸可溶非留出性窒素と添加30日後の硝酸態窒素の関係

注) \*\*, \*\*\*: 1%, 0.1%有意水準

酸可溶非留出性窒素=アミノ酸態+ヒューミン態+未同定窒素

## 摘 要

ウーロン茶滓を利用した土壤中硝酸態窒素の低減メカニズム及びウーロン茶滓の窒素取り込み能力を検討するとともに、ウーロン茶以外の茶滓類についても窒素取り込み能力を評価した。

1. 土壤中硝酸態窒素は、ウーロン茶滓を添加すると土壤水分が最大容水量の60%では有機化、最大容水量では有機化及び脱窒により減少した。硝酸態窒素5mgを低減する茶滓量は、最大容水量の60%では乾物1g、最大容水量では0.1gであった。
2. ウーロン茶滓は、施設土壌における過剰な硝酸態窒素の低減資材として利用でき、土壤水分が最大容水量の60%程度であれば、ウーロン茶滓施用後に残存する硝酸態窒素は基肥として、ウーロン茶滓に取り込まれた窒素は追肥の代替として肥効が期待できる。
3. 茶滓類の硝酸態窒素取り込み量は、ほぼ同等で炭素1g当たり12mgである。取り込まれた窒素の



無機化量はほぼ同等であるが、全窒素及び熱水可溶性窒素が多い煎茶及び紅茶滓等では、茶滓由来の窒素無機化量が多く土壤中無機態窒素の回復は速い。両茶滓は、土壤中硝酸態窒素の低減に利用するのではなく、有機質肥料的な利用法が適すと考えられた。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、ウーロン茶滓を提供して頂いた和歌山県農業協同組合連合会桃山食品工場、また、調査にご協力を頂いたアルバイト職員の小西君子さん、北橋恵美子さんに厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 小野信一・藤井義晴. 1994. ハウス栽培における土壌の塩類集積とその回避対策. 土肥誌. 第 65 号 : 62 - 65.
- 池田章弘・塩田悠賀里・武井昭夫. 1990. 施設土壌のかん水・太陽熱処理による塩類の挙動と除塩効果. 愛知農総試研報. 22 号 : 295 - 302.
- 神奈川県農政部農業技術課. 1997. 資材別堆肥の製造法 (茶粕の特性). 未利用資源堆肥化マニュアル. P. 21 - 23.
- 兵庫中央農技セ・奈良農試・和歌山農試. 地域重要新技術開発促進事業成果. 1989. 有機質資材の複合的利用による畑利用水田野菜生産安定技術の確立. P. 29 - 37.
- 土壌環境分析法編集委員会編. 1997. 保水性 (最大容水量). 土壌環境分析法. P. 50. 博有社. 東京.
- 土壌環境分析法編集委員会編. 1997. 可給態窒素 (保温静置法畑). 土壌環境分析法. P. 257 - 259. 博有社. 東京.
- 柴原藤善. 1989. 施設土壌の脱窒促進による除塩対策. 近畿中国農業研究成果情報 : 185 - 186. 西尾隆・荒尾知人・駒田充生. 1997. 畑土壌中の硝酸態窒素の有機化・脱窒と諸要因の関係 : 関東東海農業研究成果情報 (畜産一草地・生産環境) : 402 - 403.
- 篠原和毅・鈴木建夫・上野川修一. 2000. 機能的食品成分の分離・構造決定. P. 319 - 320. 食品機能研究法. 光琳. 東京.
- 食品分析法編集委員会. 1982. 還元糖 (Somogyi 法). 食品分析法. P. 168 - 172. 食品分析法. 光琳. 東京.
- 土壌養分測定法委員会編. 1980. 有機態窒素の分画定量法. 土壌養分分析法. P. 201 - 204. 養賢堂. 東京.
- 農産業振興奨励会. 1992. 有機成分組成の分析. 堆きゅう肥等有機物分析法. P. 230 - 244. 東京.
- 川上岳彦・小瀧美穂・稲垣開生・後藤逸男. 2005. 食品工業副産物を原料とする有機質肥料の開発. 土肥講演要旨. 第 51 集 : 148
- 石井龍一・坂 齋. 2005. バイオマス資源 (食品加工残さ). 環境保全型農業辞典. P. 601 - 602. 丸善. 東京.
- 山室成一・河野通佳. 1977. 発光分光分析法による重窒素定量法の改良. 北陸農業試験場研究報告. 20 号 : 45 - 57.
- 井ノ子昭夫. 1982. 有機質資材の品質とその検定法—腐熟度の観点から. 農業及び園芸. 第 57 巻. 第 1 号 : 235 - 242
- Folin, O・Denis, W. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. J. Biol. Chem. 22 : 305 - 308.

- 今野一男・平井義孝・東田修司. 1985. バーク堆肥の腐熟過程における化学成分変化と腐熟度指標. 北海道立農業試験場集報. 第52号: 31 - 40
- 熊田恭一. 1977. 土壌有機物の化学. P. 171 - 178. 東大出版会. 東京.
- 奥田東. 1963. 肥料学概論. 第2次改著. P. 135. 養賢堂. 東京.