

# チンゲンサイ栽培におけるウーロン茶滓籾殻堆肥の施用効果

藪野佳寿郎・林俊孝<sup>1</sup>・辻佳子<sup>2</sup>・垣内仁

和歌山県農林水産総合技術センター 農業試験場

Effect of Applying of the Compost made from Extracted Oolong Tea Residue and Husk  
on Year-round Culture of Qing-geng-cai

Kazuo Yabuno, Toshitaka Hayashi<sup>1</sup>, Yoshiko Tsuji<sup>2</sup> and Jin Kakiuchi

Agricultural Experiment Station

Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries

## 緒 言

近年、エコファーマーや特別栽培農産物生産に取り組む生産者が増える中、様々な有機物が農地に施用されている。本県桃山町のチンゲンサイ部会は、ジュース工場から廃棄されるウーロン茶抽出滓を堆肥化し、有機栽培チンゲンサイの産地化を目指している。ウーロン茶抽出滓は副資材として籾殻が混合され、約6ヶ月かけて堆肥化される。チンゲンサイの栽培には、このウーロン茶滓籾殻堆肥(以下茶滓堆肥)が毎作1.0t/10a施用され、さらに自家製のぼかし肥料が窒素で約10kg/10a施用される。しかし、茶滓堆肥は窒素含有率が高く、茶滓堆肥だけで窒素が1作当たり約30kg/10a施用される。年5~6作行われるため、年間150kg/10a以上の窒素が施用されることになり、ぼかし肥料を合わせると200kg/10aを超える。一方、チンゲンサイの1作当たりの窒素吸収量は約10kg/10aである(和歌山県農業試験場, 2002年)。また、現地の土壤実態調査では、土壤中の全炭素及び全窒素含有率が高い圃場が多く見られる(和歌山県農業試験場, 2002, 2004年)。

そのため、チンゲンサイの養分吸収量に応じ、さらに茶滓堆肥の肥料成分も考慮に入れた効率的な土壤管理技術の確立が現場から切望された。そこで、チンゲンサイに対する茶滓堆肥の肥料効果について検討し、茶滓堆肥の施用量、施用方法を確立した。

## 材料と方法

### 試験1 茶滓堆肥の肥料効果

現地のチンゲンサイ栽培では、作付け毎に茶滓堆肥を1.0t/10aとぼかし肥料を10月~1月の播種では窒素で約12kg/10a、他は約8kg/10a施用している。これを慣行区とした。

茶滓堆肥とぼかし肥料を約2年間連用した現地のパイプハウス圃場(黄色土, 北多久統, 試験開始前の土壤の化学性は第1表)において、茶滓堆肥のみを連用する茶滓堆肥区, ぼかし肥料のみを連用するぼかし肥料区, そして、茶滓堆肥とぼかし肥料を施用しない無施用区を設け13

pH	EC mS/cm	T-C %	T-N %	交換性塩基				
				CaO mg	MgO mg	K <sub>2</sub> O mg	Na <sub>2</sub> O mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg
6.2	0.28	3.77	0.37	208	53	38	7	156

注)採取深さ0~10cm

<sup>1</sup>: 現在: 和歌山県農業大学校, <sup>2</sup>: 現在: 伊都地域農業改良普及センター

作連用した(第2表)。7作目の無施用区の収量が減少した時点で、ぼかし肥料区と無施用区を廃止し、8作目から茶滓堆肥区のみを設けた(第3表)。うね幅は140cmで1区7m<sup>2</sup>、2反復とした。2001年10月より試験を開始し、各作付けの栽培概要は第4表に示す。4作目作付け後に太陽熱消毒が行われた。各作付けに施用された茶滓堆肥とぼかし肥料の成分比は第5表に示す。

定植時から収穫までの土壌中無機態窒素含量を定期的に調査した。土壌の採取部位はうねの中央付近、深さ10cmとした。また、収穫時には、各区から20株(2反復で40株)の全重、出荷調整重を調査、さらに養分吸収量を調査した。7作目と13作目終了時の作土層(0~26cm)の土壌の化学性についても調査した。

## 試験2 茶滓堆肥の施用量と施用方法

試験1を行った圃場において、茶滓堆肥の適施用量を求めるため、新たに茶滓堆肥0.5t/10a毎作施用する0.5t毎作施用区、茶滓堆肥を1.0t/10aを1作目に施用し、2作目では茶滓堆肥を施用しない1.0t隔作施用区(茶滓堆肥1回の施用で2作栽培)を設け6作連用した(第6表)。作付け前の土壌の化学性は第7表に示

第2表 試験1の処理区の概要(1~7作) 10a・1作あたり

処理区名	茶滓堆肥 施用量t	ぼかし肥料 施用量kg	堆肥由来の 窒素施用量kg	肥料由来の 窒素施用量kg	合計窒素 施用量kg
慣行区	1.0	300(200)	29	12(8)	41(37)
茶滓堆肥区	1.0	無施用	29	0	29
ぼかし肥料区	無施用	300(200)	0	12(8)	12(8)
無施用区	無施用	無施用	0	0	0

窒素施用量は平均値、( )は3~5・7作目

第3表 試験1の処理区の概要(8~13作) 10a・1作あたり

処理区名	茶滓堆肥 施用量t	ぼかし肥料 施用量kg	堆肥由来の 窒素施用量kg	肥料由来の 窒素施用量kg	合計窒素 施用量kg
慣行区	1.0	300(200)	24	13(8)	37(32)
茶滓堆肥区	1.0	無施用	24	0	24

窒素施用量は平均値、( )は8, 9, 12, 13作目

第4表 試験1及び2の栽培概要

作付回数	品種	は種日	施肥	定植	栽植密度 株/m <sup>2</sup>	収穫日	
1作目	冬賞味	2001年 10月6日		10月25日	10月27日	28.3	2002年 1月24日
2作目	冬賞味	2002年 1月17日		2月15日	2月19日	28.3	4月9日
3作目	夏賞味	4月6日		4月25日	4月27日	23.1	5月30日
4作目	夏賞味	5月30日		6月18日	6月19日	23.1	7月24日
太陽熱消毒(8月5日~9月17日)							
5作目	夏賞味	8月31日		9月18日	9月20日	23.1	10月30日
6作目	冬賞味	11月4日		11月29日	12月3日	28.3	2003年 3月28日
7作目	上海	2003年 3月20日		4月14日	4月17日	19.3	5月27日
8(1)作目	夏賞味	5月17日		6月2日	6月4日	19.3	7月9日
9(2)作目	夏賞味	7月19日		8月6日	8月13日	19.3	9月16日
10(3)作目	上海	9月19日		10月9日	10月10日	28.3	12月10日
11(4)作目	冬賞味	11月27日	2004年	1月6日	1月8日	28.3	3月31日
12(5)作目	上海	3月27日		4月19日	4月21日	28.3	5月27日
13(6)作目	夏賞味	6月7日		6月17日	6月25日	17.9	7月28日

注) 作付回数のカッコ内の数字は試験2の回数

第5表 試験1で施用した茶滓堆肥とぼかし肥料の成分比(現物あたり)

		C/N	T-N %	T-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	T-K <sub>2</sub> O %
茶滓堆肥	平均値	8.3	2.87	0.34	0.60
	最大値	10.0	4.14	0.46	0.73
	最小値	7.2	2.19	0.23	0.38
ぼかし肥料	平均値	6.6	4.15	2.37	1.87
	最大値	7.1	4.50	3.06	2.84
	最小値	6.2	3.23	1.14	1.41

注) 1~13作の平均値

第6表 試験2の処理区の概要

10a・1作あたり

処理区名	1・3・5作		2・4・6作		1～6作の合計窒素施用量		
	茶滓堆肥	ぼかし肥料	茶滓堆肥	ぼかし肥料	堆肥	肥料	合計kg
	施用量t	施用量kg	施用量t	施用量kg	由来kg	由来kg	
慣行区	1.0	300(200)	1.0	300(200)	142	59	201
0.5t毎作施用区	0.5	無施用	0.5	無施用	71	0	71
1.0t隔作施用区	1.0	無施用	無施用	無施用	69	0	69

( ) は1, 2, 5, 6作目

第7表 試験2作付け前の土壌の化学性

乾土100gあたり

処理区名	pH	EC mS/cm	T-C %	T-N %	交換性塩基				可給態	可給態
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N
					mg	mg	mg	mg	mg	mg
慣行区	5.2	0.69	4.37	0.49	385	54	60	6	168	10.3
0.5t毎作区	5.1	0.61	3.82	0.44	356	52	38	6	222	8.8
1.0t隔作施用区	5.1	0.61	4.26	0.48	369	55	44	7	183	9.6

注) 土壌採取2003年5月27日, 採取深さ0～26cm

第8表 試験2で施用した茶滓堆肥とぼかし肥料の成分比 (乾物あたり)

		C/N	T-N	T-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T-K <sub>2</sub> O
			%	%	%
茶滓堆肥	平均値	9.0	2.36	0.28	0.61
	最大値	10.0	2.46	0.32	0.72
	最小値	8.3	2.19	0.23	0.41
ぼかし肥料	平均値	6.5	4.19	2.08	2.10
	最大値	6.6	4.36	2.82	2.84
	最小値	6.3	4.02	1.14	1.76

注) 1～6作の平均値

す。うね幅は140cmで1区7m<sup>2</sup>, 2反復とした。2003年6月より試験を開始し, 各作付けの栽培概要は第4表に示す。各作付けに施用された茶滓堆肥とぼかし肥料の成分比は第8表に示す。

調査内容は試験1と同様とし, 6作目終了時の作土層(0～26cm)の土壌の化学性についても調査した。

### 試験3 茶滓堆肥とぼかし肥料の有機物分解特性

茶滓堆肥の有機物分解過程について, ガラス繊維ろ紙法(前田ら, 1977)により求めた。茶滓堆肥を現地土壌乾土100gあたり炭素量5gとなるように添加, 混合し, ガラス繊維ろ紙に包んだ。2000年4月に場内のパイプハウス圃場(黄色土, 蓼沼統), 深さ10cmに埋設し, 現地の栽培管理に従いハウスを管理した。埋設2ヶ月後から取り出し, 次に4ヶ月後, その後は4ヶ月おきに取り出した。供試した茶滓堆肥の全炭素は45.37%, 全窒素は4.17%(乾物あたり)であり, 茶滓堆肥の対照として牛ふんオガクズ堆肥(全炭素44.41%, 全窒素2.39%, 乾物あたり)と有機物無添加土壌も同様に埋設し, すべて2連で行った。取り出した試料は風乾後, 重量を測定し, その全部を32メッシュのふるいに通し, 試料の全炭素及び全窒素含有率から, 茶滓堆肥の炭素と窒素の分解過程を求めた。

ぼかし肥料の窒素無機化率を求めめるため, ぼかし肥料(全窒素5.01%)を現地土壌に乾土100gあたり窒素量50mgとなるように添加, 混合し, 最大容水量の60%になるように水分を管理した。ぼかし肥料無添加も同様に作成し, 培養温度は20℃と30℃とした。1～14日毎に取り出し, 無機態窒素を定量した。

### 試験4 培養温度が土壌の窒素無機化量に及ぼす影響

試験1において, 太陽熱消毒後の土壌中無機態窒素含量が多くなったことから, 試験1終了後の各処理区の土壌について, 温度別の窒素無機化量を求めた。各処理区の土壌を最大容水量の60%になるように水分管理し, 20, 30, 40, 50℃で4週間培養後, 無機態窒素を定量した。

さらに, 20℃では8, 12週間, 30℃では8週間培養し, 無機態窒素を定量した。

## 分析方法

土壌の分析は常法（農林水産省農蚕園芸局農産課，1979）に基づいて実施した。作物体の全窒素を含む無機養分含有率は，サリチル硫酸一過酸化水素分解法（松永ら，1989）に基づいて，実施した。

## 結 果

### 試験1 茶滓堆肥の肥料効果

茶滓堆肥区の収量は13作目まで慣行区と同じであった。1作目の無施用区の収量は，慣行区と同じであったが，2～4作目で減少した。しかし，太陽熱消毒後の5作目の収量は慣行区と同じになった。さらに6作目も慣行区と同じであり，7作目で減少した。ぼかし肥料区の収量は3作目で慣行区より減少した（第9表）。4，8，9及び13作目の収量水準が低くなったのは，高温期の作付けとなったため，節間長が長くなり，結球不良が発生したためであり，9，13作目ではキスジノミハムシによる被害が発生した。

13作目まで収量が減少しなかった茶滓堆肥区の窒素吸収量の平均値は，慣行区100に対して，97であった。3作目の収量が減少したぼかし肥料区の7作の平均値は98であった。2，3，4及び7作目の収量が減少した無施用区の7作の平均値は88であった（第10表）。

定植直後の土壌中無機態窒素含量は，茶滓堆肥区の1～4作目で7～9mg/100gであり，収量が減少した無施用区の2～4作目で3～6mg/100gであった。太陽熱消毒後の5作目では，各区とも20mg/100g以上になり，6作目も15mg/100g以上であった。収量が減少した7作目の無施用区は，慣行区と茶滓堆肥区の約半分の5mg/100gであった（第1図）。8作目以降では，8作目を除いて茶滓堆肥区が慣行区より少なく，7～17mg/100gであった（第2図）。

収穫時の土壌中無機態窒素含量は，各区とも1～4作目では6mg/100g以下であった。太陽熱消毒後の5，6作目の茶滓堆肥区は約15mg/100gであった（第3図）。8作目以降では，10作目の慣行区が約28mg/100g，茶滓堆肥区が約19mg/100gと多く残ったが，10作目を除くと茶滓堆肥区は3～9mg/100gであり，各作付けとも慣行区より少なかった（第4図）。

7作目終了時の土壌の化学性は，茶滓堆肥を施用している慣行区と茶滓堆肥区の全炭素，全窒素含有率が茶滓堆肥を施用していないぼかし肥料区と無施用区より，それぞれ約1%，0.1%高くなった。また，慣行区と茶滓堆肥区の交換性カリ含量がぼかし肥料区と無施用区よりやや多くなった（第11表）。13作目終了時の茶滓堆肥区の土壌の化学性では，慣行区と差のある項目はなかった（第12表）。

第9表 チンゲンサイにおける慣行区の収量と慣行区に対する各処理区の収量比

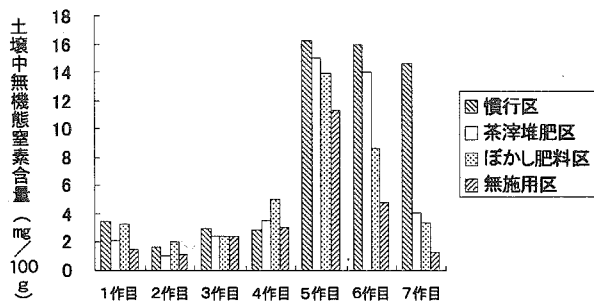
	慣行区の 収量 t/10a	茶滓 堆肥区	ぼかし 肥料区	無施用区
1作目	4.3	103	108	100
2作目	8.3	94	99	88*
3作目	5.1	94	89**	82***
4作目	4.1	92	93	87**
		太陽熱消毒		
5作目	5.2	98	95	102
6作目	6.7	96	96	96
7作目	3.3	93	97	87**
8作目	3.0	96	—	—
9作目	2.4	93	—	—
10作目	4.2	107	—	—
11作目	5.0	103	—	—
12作目	4.1	106	—	—
13作目	1.4	108	—	—
平均値		99	97	92

注) 収量比は慣行区と100とした時の値4, 8, 9, 13作目は高温による結球不良が発生，\*, \*\*, \*\*\*: t検定で慣行区との間にそれぞれ5, 1, 0.1%水準で有意差あり

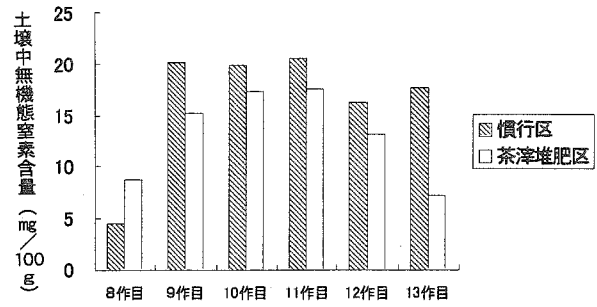
第10表 チンゲンサイにおける慣行区の窒素吸収量と慣行区に対する各処理区の窒素収量比

	慣行区の 窒素吸収量 kg/10a	茶滓 堆肥区	ぼかし 肥料区	無施用区
1作目	8.8	105	106	98
2作目	10.9	85	96	85
3作目	11.9	83	88	73
4作目	7.9	101	101	91
5作目	12.8	95	95	93
6作目	13.3	102	98	94
7作目	8.7	95	103	83
8作目	4.8	88	—	—
9作目	4.1	100	—	—
10作目	7.5	99	—	—
11作目	9.7	96	—	—
12作目	8.7	102	—	—
13作目	2.5	104	—	—
平均値		97	98	88

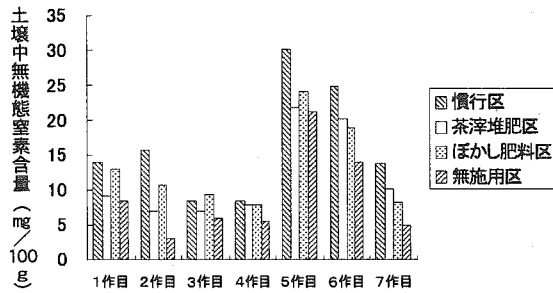
注) 収量比は慣行区と100とした時の値4, 8, 9, 13作目は高温による結球不良が発生



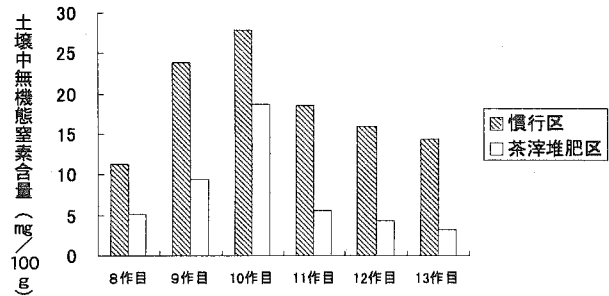
第3図 チンゲンサイ収穫時の土壤中無機態窒素含量 (試験1, 1~7作目)



第2図 チンゲンサイ定植時の土壤中無機態窒素含量 (試験1, 8~13作目)



第1図 チンゲンサイ定植時の土壤中無機態窒素含量 (試験1, 1~7作目)



第4図 チンゲンサイ収穫時の土壤中無機態窒素含量 (試験1, 8~13作目)

第11表 チンゲンサイ7作目栽培終了時の土壤の化学性 乾土100gあたり

処理区名	pH	EC mS/cm	T-C %	T-N %	交換性塩基				可給態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
					mg	mg	mg	mg	
慣行区	5.2	0.69	4.37	0.49	385	54	60	6	168
茶滓堆肥区	5.3	0.54	4.10	0.45	399	52	50	6	187
ぼかし肥料区	5.4	0.49	3.37	0.36	390	51	32	3	187
無施用区	5.5	0.38	3.63	0.38	347	42	32	3	182

注) 土壤採取2003年5月27日, 採取深さ0~26cm

第12表 チンゲンサイ13作目栽培終了時の土壤の化学性 乾土100gあたり

処理区名	pH	EC mS/cm	T-C %	T-N %	交換性塩基				可給態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
					mg	mg	mg	mg	
慣行区	5.4	0.64	4.83	0.56	332	59	33	6	194
茶滓堆肥区	5.6	0.58	4.65	0.54	371	61	34	6	200

注) 土壤採取2004年8月12日, 採取深さ0~26cm

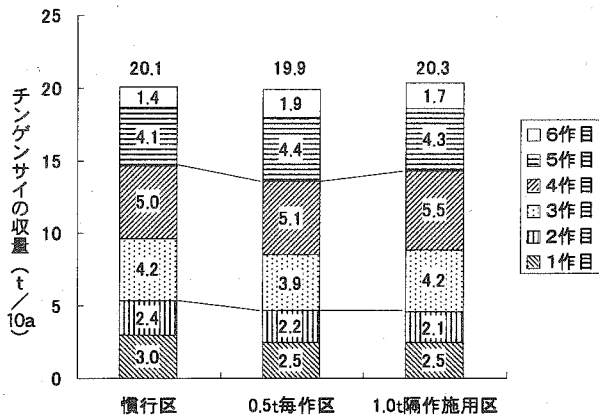
試験2 茶滓堆肥の施用量と施用方法

0.5t 毎作施用区と1.0t 隔作施用区の6作の合計収量は慣行区と同じであった (第5図)。

6作合計の窒素吸収量は慣行区が37.3kg/10aに対して、0.5t 毎作施用区が35.4kg/10a、1.0t 隔作施用区が37.0kg/10aであった (第6図)。

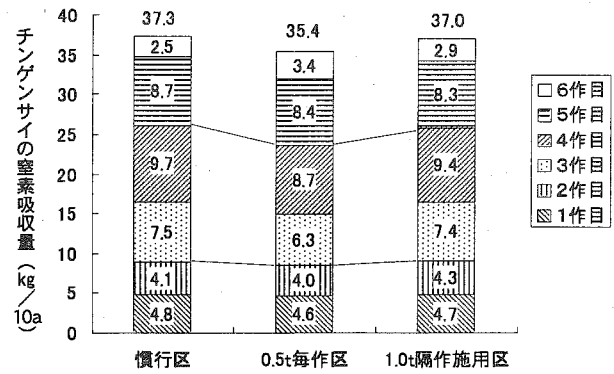
収穫時の土壤中無機態窒素含量は、1~3作目において0.5t 毎作施用区が17~38mg/100g、1.0t 隔作施用区が18~31mg/100gで慣行区より多く、それ以降は慣行区より少なくなった (第7図)。

6作目終了時の土壤の化学性では、0.5t 毎作施用区と1.0t 隔作施用区的全炭素及び全窒素含有率が慣行区よりそれぞれ0.6%、0.07%低くなった (第13表)。



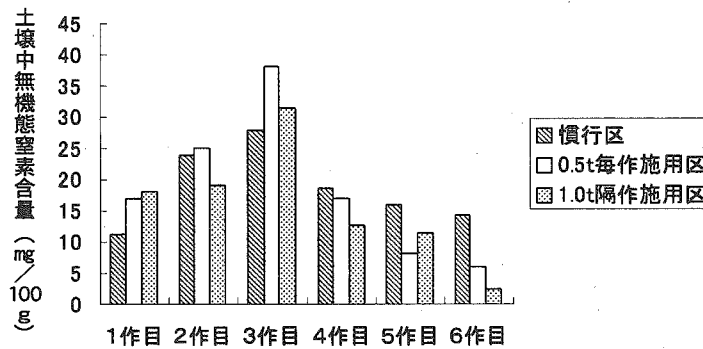
第5図 試験2におけるチンゲンサイの収量

注) 1, 2, 6 作目は高温による結球不良が発生



第6図 試験2におけるチンゲンサイの窒素吸収量

注) 1, 2, 6 作目は高温による結球不良が発生



第7図 試験2におけるチンゲンサイ収穫時の土壤中無機態窒素含量

第13表 チンゲンサイ6作目栽培終了時の土壌の化学性 乾土100gあたり

処理区名	pH	EC mS/cm	T-C %	T-N %	交換性塩基				可給態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
					mg	mg	mg	mg	
慣行区	5.4	0.64	4.83	0.56	332	59	33	6	194
0.5t毎作区	5.3	0.67	4.25	0.49	343	57	36	5	202
1.0t隔作施用区	5.3	0.69	4.22	0.48	351	60	31	5	200

注) 土壌採取2004年8月12日, 採取深さ0~26cm

試験3 茶滓堆肥とぼかし肥料の有機物分解特性

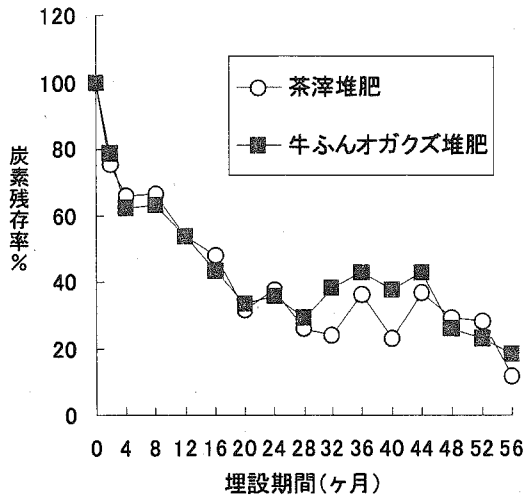
茶滓堆肥の炭素は、埋設2ヶ月で約20%分解し、その後も分解が進み、約2年で約60%が分解していた。その後は緩やかに分解が進んだが、その分解過程は牛ふんオガクズ堆肥とよく似ていた(第8図)。茶滓堆肥の窒素は、埋設2ヶ月で約30%分解した。その後1年間は緩やかに分解が進んだが、埋設約2年で60%が分解し、牛ふんオガクズ堆肥より速く分解した(第9図)。

ぼかし肥料の窒素無機化率は、20℃で培養14日後に39%、30℃で培養4日後に32%であった。培養42日後には20、30℃とも約45%であった(第10図)。

試験4 培養温度が土壌の窒素無機化量に及ぼす影響

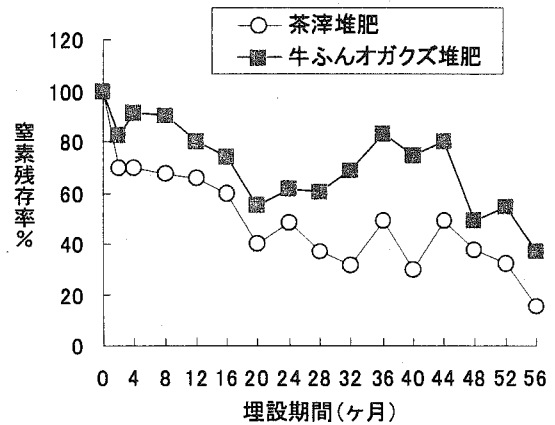
試験1終了後の土壌において、4週間で無機化する窒素量は、各処理区とも培養温度が30℃では20℃の無機化量の約1.5倍、40℃では30℃の約2倍、50℃では40℃の約2倍多くなった。また、各温度とも慣行区が最も多くなり、無施用区が最も少なかった（第14表）。

また、20℃と30℃において培養期間を長くすると、20℃では各区とも4週間毎に約2mg/100gずつ多くなった（第15表）。



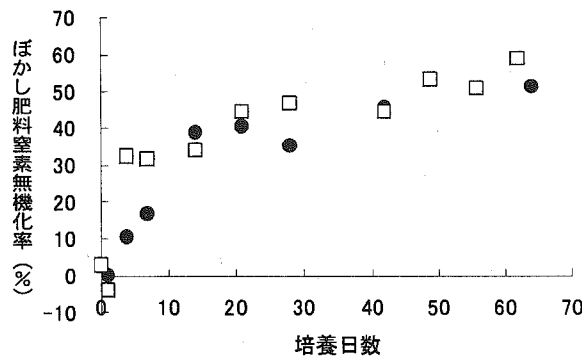
第8図 茶滓堆肥の炭素分解過程

注) 茶滓堆肥を現地土壌乾土100gあたり炭素量5gとなるように添加、混合し、ガラス繊維ろ紙に包み、2004年4月に場内のパイプハウス圃場（黄色土、礫沼統）、深さ10cmに埋設、現地の栽培管理に従いハウスを管理。



第9図 茶滓堆肥の窒素分解過程

注) 条件は第8図と同じ



第10図 ぼかし肥料の温度別窒素無機化率

注) ぼかし肥料（全窒素5.01%）を現地土壌に乾土100gあたり窒素量50mgとなるように添加、混合し、最大容水量の60%になるように水分を管理。

第14表 試験1における7作目栽培終了土壌の温度別窒素無機化量 (mg/100g)

試験区名	培養温度			
	20℃	30℃	40℃	50℃
慣行区	7.3	10.3	17.4	35.4
茶滓堆肥区	5.7	8.6	14.8	29.8
ぼかし肥料区	6.2	9.7	15.8	28.9
無施用区	2.1	3.9	9.3	20.0

注) 土壌採取日2003年5月27日（7作目作付け後）、採取深さ0~26cm、最大容水量の60%の水分状態で4週間培養

第15表 試験1栽培終了土壌から供給される窒素量 (mg/100g)

処理区名	20℃			30℃	
	4週間	8週間	12週間	4週間	8週間
慣行区	7.3	9.9	11.9	10.3	11.0
茶滓堆肥区	5.7	7.6	9.5	8.6	8.9
ぼかし肥料区	6.2	8.7	10.8	9.7	13.7
無施用区	2.1	3.2	5.0	3.9	5.5

注) 土壌採取日2003年5月27日(7作目作付け後), 採取深さ0~26cm, 最大容水量の60%の水分状態で培養

## 考 察

### 1 茶滓堆肥連用土壌の特性

本研究を行った圃場は茶滓堆肥とぼかし肥料を2年間連用しており, 土壌の全炭素含有率は3.5%, 全窒素含有率は0.39%で現地のチンゲンサイ栽培圃場の平均的な値である(和歌山県農業試験場, 2004年)。このような土壌で無堆肥, 無肥料で1作栽培しても収量は減少しないことが確認された。これは, チンゲンサイの生育に必要な窒素が十分供給されたためと思われる。茶滓堆肥を連用した土壌を20℃で4週間培養すると, 2mg/100g(採取した土壌の深さ26cmと仮比重を1として換算すると約5kg/10a)の窒素が無機化し, さらに4週間培養すると2mg/100gが無機化する。また, 30℃で4週間培養すると, 20℃の時の約1.5倍の窒素が無機化する。よって, 茶滓堆肥とぼかし肥料の施用量は削減できるものと思われる。

### 2 チンゲンサイに適した土壌中無機態窒素含量と茶滓堆肥の肥料効果

無堆肥, 無肥料栽培を続けていくと, 2作目から収量が減少していくことが確認された。このときの定植直後の土壌中無機態窒素含量は5mg/100g前後であった。茶滓堆肥区やぼかし肥料区の定植直後の土壌中無機態窒素含量は10mg/100g前後であった。慣行区は10mg/100gより多い傾向であったが, 茶滓堆肥区と収量が同じであったことから, チンゲンサイの収量を確保するための土壌中無機態窒素含量は, 10mg/100g程度であると思われる。木村(2001年)は, シュンギクの収量は定植前の土壌中硝酸態窒素含量が5~7mg/100gであれば確保されると報告している。また, チンゲンサイ栽培期間中の無機態窒素のほとんどが硝酸態窒素(データ省略)である。チンゲンサイ作付け前に土壌診断で電気伝導度を測定した場合, 現地土壌の電気伝導度と硝酸態窒素含量の関係から, 電気伝導度が0.3~0.4mS/cmであれば, 茶滓堆肥とぼかし肥料施用は必要ないと思われる(第11図)。

茶滓堆肥区は13作まで収量が減少しないことが確認された。これは, 茶滓堆肥1t/10a施用することにより, 定植時の土壌中無機態窒素が10mg/100g確保されたためである。茶滓堆肥は施用2ヶ月後には約30%の窒素が無機化(施用量から換算すると約10kg/10a), さらに施用2年後には約60%の窒素が無機化するため, 茶滓堆肥1t/10aの連用によりチンゲンサイに十分な窒素が供給されたものと思われる。

茶滓堆肥1t/10aを7作連用すると, 土壌の全炭素含有率が約1%, 全窒素含有率が約0.1%高くなり, それぞれ4.5%, 0.45%となる。このような土壌では茶滓堆肥の施用量を0.5t/10aに減らしても収量が減少しないことが確認された。また, 茶滓堆肥を1t/10a施用すると, 次作では無施用でも収量が減少しないことが確認された。有機物含量が多くなった土壌では, 茶滓堆肥の施用量も減らすことができるものと思われる。

有機質肥料はカリ含有率の低い資材が多く, 有機栽培圃場では交換性カリが少なくなり, カリ欠乏症が発生することが報告されている(三重県農業技術センター, 1997年)。茶滓堆肥を連用した圃場では, 交換性石灰や可給態リン酸の集積は認められず, 交換性カリが多くなった。そのため, 茶滓堆肥の連用はカリの補給にも役立つものと思われる。

### 3 太陽熱消毒後の土壌状態とチンゲンサイの生育

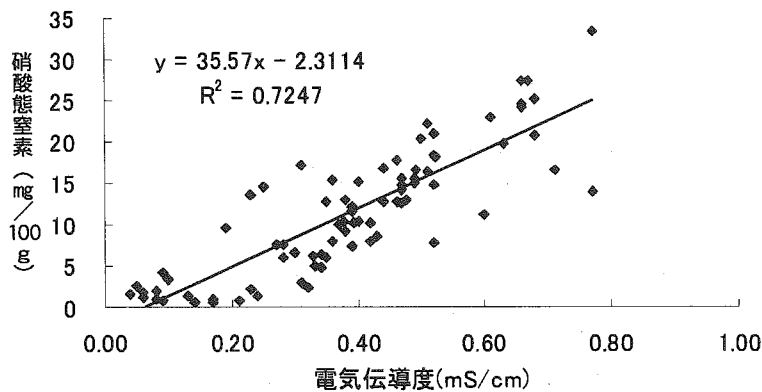
無施用区の収量は2作目から減少したが, 太陽熱消毒後の5作目では収量が回復した。これは, 土壌中無



機態窒素含量が 20mg/100g を超えたためである。その半分以上はアンモニア態窒素であった（第 16 表）。これは、太陽熱消毒により、地温が高くなり有機態窒素が分解したためと思われる。窒素無機化量は地温が 40℃では 30℃の約 2 倍、50℃では 40℃の約 2 倍多くなる。そのため、太陽熱消毒後の作付けでは、電気伝導度だけではなく、土壌中の無機態窒素含量を測定し、10mg/100g を超えるようであれば、無堆肥・無肥料で栽培することが望ましい。

#### 4 チンゲンサイにおける茶滓堆肥の施用方法

チンゲンサイの周年栽培において、現地では作付け毎に茶滓堆肥を 1t/10a、ぼかし肥料を窒素で 10kg/10a 施用している。しかし、茶滓堆肥を 1t/10a 施用すれば、栽培期間中の土壌中無機態窒素は十分確保され、ぼかし肥料を施用しなくてもいいことが判明した。その結果、年間約 60kg/10a の窒素施用量が削減でき、ぼかし肥料作成にかかるコストも削減できる。また、茶滓堆肥連用により全窒素含有率が高くなった土壌（0.45%以上）では茶滓堆肥の施用量も半分減らせることが判明した。その結果、年間約 90kg/10a の窒素施用量を削減することができる。茶滓堆肥を肥料として扱い、茶滓堆肥連用土壌の特性を考慮することにより、年間の窒素施用量を半分以下に減らすことができるものと思われる。さらに、現地では土壌消毒に太陽熱消毒が導入されているが、太陽熱消毒後の作付けでは土壌中無機態窒素含量が多くなるため、茶滓堆肥の施用は控えることにより、環境に優しいチンゲンサイの有機栽培が実現できるものと思われる。



第11図 現地土壌における硝酸態窒素と電気伝導度の関係

第16表 太陽熱消毒後の作付期間中の土壌中無機態窒素 (mg/100g)

試験区名	9月23日		10月1日		10月10日		10月21日		10月30日	
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
慣行区	18.3	12.0	17.1	11.2	11.5	11.0	4.0	15.2	7.8	8.4
茶滓堆肥区	15.5	6.4	14.7	14.1	9.5	11.2	4.9	16.4	5.0	10.0
ぼかし肥料区	15.4	8.7	14.7	9.5	9.6	9.0	3.2	10.4	5.4	8.5
無施用区	14.1	7.1	13.7	8.3	11.1	9.0	1.9	19.4	4.4	6.9

注) 日付は土壌採取日, 採取深さ0~10cm, 定植2002年9月20日 (5作目)

### 摘 要

桃山町のチンゲンサイ栽培では、茶滓堆肥とぼかし肥料が施用されているが、チンゲンサイの窒素吸収量 60kg/10a/年に対して、200kg/10a/年を超える窒素が施用されている。そこで、チンゲンサイの養分吸収量と

茶滓堆肥の窒素の肥効を考慮に入れた環境に優しい施肥技術を確立するため、茶滓堆肥の施用量と施肥方法を検討した。

- 1) 全窒素含有率 0.35%の土壌（現地の平均値）では、茶滓堆肥を 1.0t/10a（年間 6.0t/10a）施用すれば、ぼかし肥料は施用しなくても収量は減少しなかった。
- 2) 茶滓堆肥を 7 作連用すると、全窒素含有率が約 0.1%高くなった。そのような土壌では茶滓堆肥を毎作 0.5t/10a 施用、もしくは 1.0t/10a の隔作施用でも収量が減少しなかった。
- 3) 太陽熱消毒後の作付けでは、土壌中無機態窒素含量が多くなった。そのため、作付け前に土壌中無機態窒素含量を測定し、10mg/100g 以上であれば、茶滓堆肥の施用は控える。

## 謝 辞

終わりに本研究の実施にあたり、快く圃場をご提供頂きました桃山町の西川美輝男氏に深く感謝の意を表します。また、収穫および調査に多大のご協力を頂いた那賀地域農業改良普及センター、JA 紀の里の皆様にも厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 木村良二. 2001. 環境保全型施肥・シュンギク. P. 244 の 2-3. 農業技術体系土壌施肥編. 6-①. 農文協. 東京.
- 吉川重彦・安田典夫. 1997. 施設軟弱野菜栽培における有機（ぼかし）肥料の連用が土壌、野菜の収量に及ぼす影響. 関東東海農業研究成果情報（畜産-草地・生産環境）: 396-397.
- 農林水産省農蚕園芸局農産課編. 1979. 土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法. P. 1-86. 土壌保全調査事業全国協議会. 東京.
- 前田乾一・鬼鞍豊. 圃場条件における有機物の分解率の測定法. 1977. 土肥誌 48 : 567-568.
- 松永俊朗・塩崎尚郎. 硝酸態窒素を含む作物中の全窒素定量のための硫酸-過酸化水素分解法. 1989. 土肥誌 60 : 458-460.
- 和歌山県農業試験場. 2001. 試験研究成績概要書. P. 環境 40
- 和歌山県農業試験場. 2002. 試験研究成績概要書. P. 環境 23
- 和歌山県農業試験場. 2004. 試験研究成績概要書. P. 環境 92