

## 黄色土圃場における土壌改良資材の施用効果

牛ふんオガクズ堆肥 + 石灰窒素で熟畑化促進

和歌山県農林水産総合技術センター農業試験場 環境部

副主査研究員 橋本真穂

和歌山県では、黄色土が野菜栽培において重要な土壌統群を形成している。しかし、過湿、過乾の影響を受けやすく耕起碎土が困難で作土深が浅い、塩基、腐植の含量も少ないという特徴がある。このため、土壌改良を行い、作土深の確保、塩基と腐植の補給、透水性と保水性の向上を図らなければならない。

そこで、黄色土の新規造成普通畑において、早期熟畑化を目的として、有機質および無機質資材を用いた土壌改良試験を実施した。

### 22年間継続した栽培試験の概要

栽培試験は、有機質資材として牛ふんオガクズ堆肥を、無機質資材として石灰窒素を用い、22年間継続して行った。

処理区は、表-1に示すように硫安区、有機物+硫安区、有機物+石灰窒素区の3区を設け、1区1a、2連制とした。この3処理区において、サツマイモ、カボチャ、レタス、キャベツを、表-2に示すように年2作栽培し、これらの有機質および無機質資材の連用が作物収量と土壌の理化学性におよぼす影響を検討した。各作物の施肥量は表-3のとおりである。また、施用した牛ふんオガクズ堆肥の成分含量は表-4に示した。

表-1 各処理区の処理内容

処理区	処理内容
硫安区	窒素肥料は硫安、リン酸はぼうりん、カリは塩化カリを使用。
有機物 + 硫安区	有機質資材として牛ふんオガクズ堆肥を毎作1.5t/10a施用。ほかは硫安区と同じ。
有機物 + 石灰窒素区	窒素肥料は、硫安の代替として石灰窒素を使用。ほかは有機物+硫安区と同じ。

各区ともpHが低い場合、苦土石灰による矯正を行った。

表-2 試験期間中の作付体系

年度	1976	1977	...	1982	1983	...	1987	1988	...	1996	1997	
夏作	←			サツマイモ				←			カボチャ	
冬作	←	レタス	→	←				キャベツ				→

表-3 各作物の施肥量(kg/10a)

		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
夏作	サツマイモ	8	12	16
	カボチャ	16	12	17
冬作	レタス	24	11	24
	キャベツ	25	15	30

表-4 牛ふんオガクズ堆肥の成分割合(現物当たり%)

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
最小値	0.36	0.31	0.40
最大値	0.70	1.01	1.31
平均値	0.47	0.63	0.81

### 土壌改良が土壌の理化学性におよぼす影響

土壌pHは、有機物+石灰窒素区では試験期間を通じて試験開始時とほぼ同じ値を維持した(図-1)。しかし、硫安区と有機物+硫安区は年々低下し、試験後半にはpH5程度まで低下した。

全炭素含有率は、硫安区に比べて、有機物を施用した2区で大きな値を示した(図-2)。硫安区では1987年頃まで減少傾向を示し、その後はほぼ一定の値で推移した。有機物を施用した2区では1987年頃まで増加傾向にあり、その後はほぼ一定の値で推移した。交換性CaO含量は、有機物+石灰窒素区において、22年間の試験期間を通じてほぼ一定の水準を保った(図-3)。硫安区と有機物+硫安区は年々減少し、試験終了時に、硫安区で100mg/100g、有機物+硫安区で168mg/100gと大きく減少した。

交換性MgO含量は、有機物+石灰窒素区では試験開始時から1986年にかけて60mg/100g程度まで増加し、以降は50mg/100g前後で推移した(図-4)。

有機物+硫安区では、一部の期間を除き、ほぼ有機物+石灰窒素区と同じ水準で推移した。硫安区では、1982年頃まで増加傾向を示したが、以降は減少し、1986年以降はほかの処理区に比べて明らかに低い値を示した。

交換性K<sub>2</sub>O含量は、硫安区に比べて有機物を施用した2区で高く推移し、1987年頃までは増加傾向を示し、それ以降は50~60mg/100gでほぼ一定であった(図-5)。

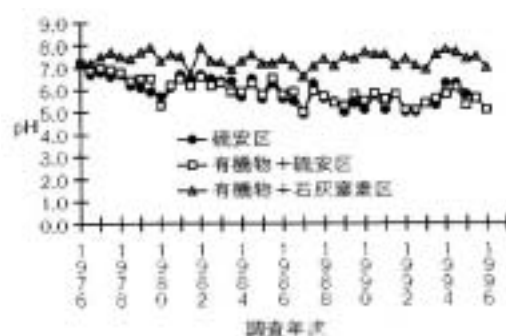


図-1 土壤改良資材が土壤pHにおよぼす影響

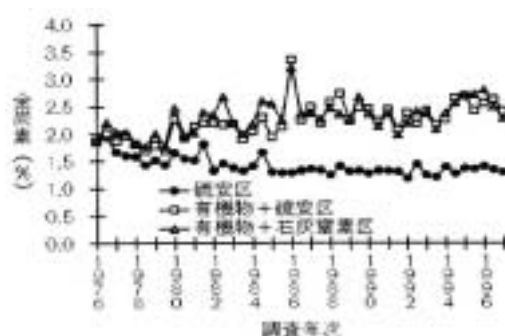


図-2 土壤改良資材が全炭素含有率におよぼす影響

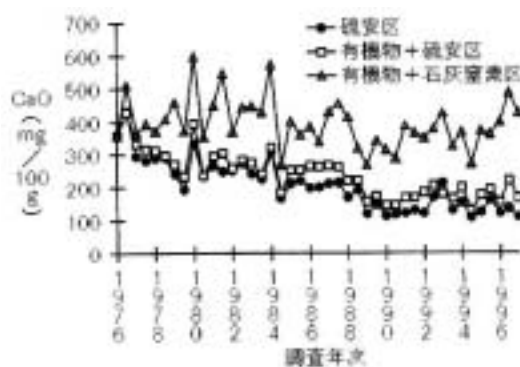


図-3 土壤改良資材が交換性CaO含量におよぼす影響

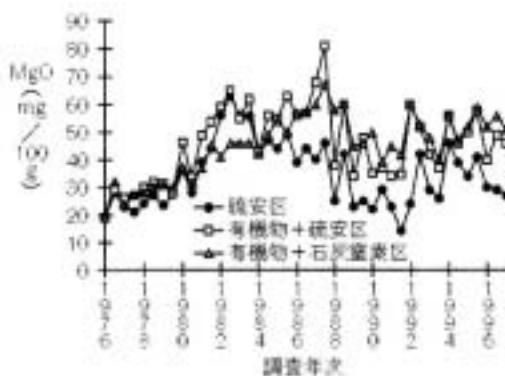


図-4 土壤改良資材が交換性MgO含量におよぼす影響

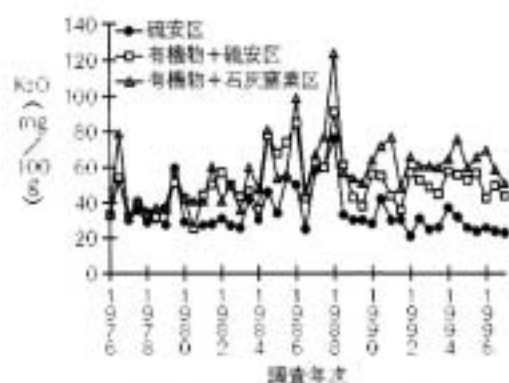


図-5 土壤改良資材が交換性K<sub>2</sub>O含量におよぼす影響

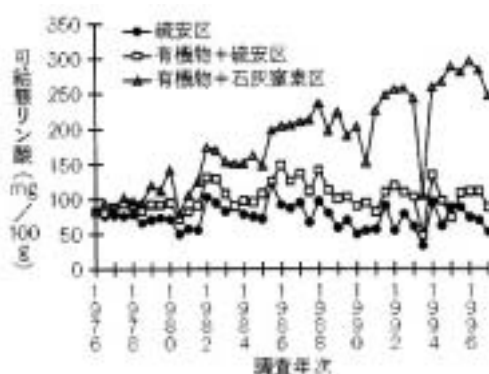


図-6 土壤改良資材が可給態リン酸含量におよぼす影響

可給態リン酸含量は、有機物 + 石灰窒素区が最も高く、試験期間を通じて増加傾向を示し、試験終了時には250mg/100g程度まで増加した(図 - 6)。

有機物 + 硫安区ではわずかな増加傾向を示し、試験後半は100mg/100g程度の値を保った。硫安区は年により増減はあるものの70mg/100g前後で推移した。土壌の仮比重は、硫安区に比べて、有機物を施用した2区で低下した(表 - 5)。

逆に、孔隙率は硫安区に比べて有機物を施用した2区で増加した。

陽イオン交換容量は、有機物 + 硫安区、有機物 + 石灰窒素区でそれぞれ13.8、14.0me/100gと、硫安区の11.7me/100gに比べ2me程度増加した(表 - 5)。

表-5 土壌改良資材が仮比重、孔隙率、CECにおよぼす影響

	仮比重 (g/cm <sup>3</sup> )	孔隙率 (%)	CEC (me/100g)
硫安区	1.20	56.5	11.7
有機物 + 硫安区	1.12	58.4	13.8
有機物 + 石灰窒素区	1.13	58.2	14.0

※仮比重、孔隙率は1992～1997年の平均値  
CECは1986～1992年の平均値

### 土壌改良が作物収量におよぼす影響

サツマイモの収量は、有機物 + 石灰窒素区が最も多く、硫安区に比べて11%増収した。

次いで有機物 + 硫安区となり、硫安区に比べて4%増収した(図 - 7)。

カボチャの収量は、有機物 + 硫安区が最も多く、硫安区に比べて9%増収した。有機物 + 石灰窒素区は硫安区とほぼ同等であった。

レタスの収量は、有機物 + 石灰窒素区が最も多く、硫安区に比べて19%増収した。

次いで有機物 + 硫安区となり、硫安区と比べて6%増収した。

キャベツの収量は、いずれの処理区も同等であり、土壌改良資材による増収効果がみられなかった。

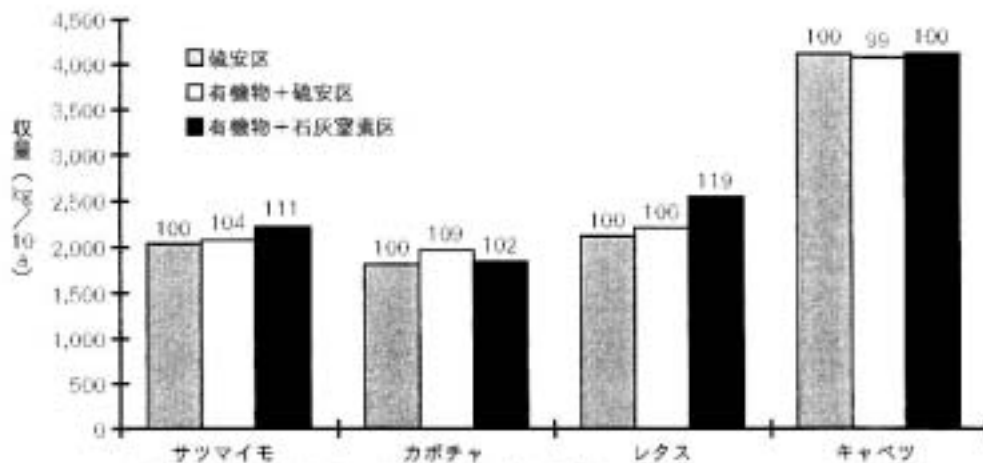


図-7 土壌改良資材が各作物の収量におよぼす影響率それぞれの作付期間の平均値  
図中の数字は硫安区に対する収穫指数を示す

## 土壤改良が養分吸収量におよぼす影響

サツマイモでは、MgO以外のすべての養分で硫安区 < 有機物 + 硫安区 < 有機物 + 石灰窒素区となった。MgO吸収量は硫安区に比べて、有機物を施用した2区でわずかに増加した(表 - 6)。

表 - 6 土壤改良資材が各作物の養分吸収量におよぼす影響(kg/10a)

	サツマイモ					カボチャ				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
硫安区	6.9	3.2	14.8	4.4	2.1	9.2	4.9	17.7	7.6	2.0
有機物+硫安区	8.8	4.4	21.6	5.6	2.5	9.6	5.1	17.7	7.4	2.1
有機物+石灰窒素区	11.2	4.8	27.4	6.9	2.3	10.0	6.2	20.7	6.7	2.6
	レタス					キャベツ				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
硫安区	7.2	1.0	12.5	1.9	0.6	20.5	6.4	24.4	15.3	3.1
有機物+硫安区	7.5	1.1	14.0	1.8	0.6	20.5	6.7	24.8	14.9	3.3
有機物+石灰窒素区	7.9	1.2	14.2	2.2	0.6	20.5	6.3	22.5	18.2	2.8

表 - 7 土壤改良資材が各作物の窒素利用率におよぼす影響

	施用窒素利用率(%)			
	サツマイモ	カボチャ	レタス	キャベツ
硫安区	49.7	47.5	24.8	75.9
有機物+硫安区	35.3	35.5	20.2	59.1
有機物+石灰窒素区	52.1	33.8	21.5	59.1

窒素利用率 = (各区の窒素吸収量 - 無窒素区の窒素吸収量) ÷ 施用窒素 × 100

施用窒素 = 施肥窒素 + 牛ふんオガクズ堆肥中窒素

牛ふんオガクズ堆肥の窒素含有率は現物当たり0.47%とした

無窒素区は窒素無施用で、ほかは硫安区と同様に栽培を行った

カボチャでは、CaO以外のすべての養分において有機物 + 石灰窒素区で最も高い値を示した。硫安区と有機物 + 硫安区では各養分の吸収量に差がなかった。

レタスのK<sub>2</sub>O 吸収量は、硫安区に比べて有機物を施用した2区で高い値を示したが、その他はいずれも明らかな差がなかった。キャベツでは、K<sub>2</sub>O 吸収量において、有機物 + 石灰窒素区でほかの2区に比べてわずかに低い値を示した。CaO吸収量は有機物 + 石灰窒素区でほかの2区に比べて高い値を示した。ほかの養分は、いずれもほぼ同等であった。

## 土壤改良が窒素利用率におよぼす影響

作物別の窒素利用率は、キャベツが最も高く(60~76%)、次いでサツマイモ、カボチャが34~48%、レタスが最も低く(20~25%)であった(表 - 7)。カボチャ、レタス、キャベツは、硫安区の利用率が最も高かった。これらの作物では、有機物 + 硫安区、有機物 + 石灰窒素区の利用率が、硫安区に比べて2~3割低下した。サツマイモでは、硫安区と有機物 + 石灰窒素区の利用率は同等であり、有機物 + 硫安区はほかの3作物と同様に3割程度利用率が低下した。

## 黄色土圃場での土壤改良資材の施用効果

### 牛ふんオガクズ堆肥の施用効果

生ふんオガクズ堆肥の施用により、土壤の化学性の改善として、土壤全炭素、CEC、交換性K<sub>2</sub>O含量、交換性MgO含量が増加し、物理性の改善として孔隙率が増加する。また、サツマイモ、カボチャ、レタスの増収が期待できる。これらの3品目は、窒素吸収量も無施用に比べて増加した。

しかしながら、施用窒素利用率は無施用に比べて低下した。

これまでに各地で実施されてきた各種堆肥施用試験では、そのほとんどが土壤の理化学性が改善され、収量が増加するものの窒素利用率が低下している。

堆肥中の窒素は、その大部分が有機態窒素である。この有機態窒素は緩やかに分解され、可給態窒素として作物へ供給され、その肥効は数年間持続する。堆肥連用により、土壤に有機態窒素が蓄積し、それにとまって土壤からの窒素供給量も増加する。このため、長期堆肥連用土壤においては、土壤からの窒素供給量増加に起因する環境負荷の増大も懸念される。以上のことを考慮し、堆肥連用圃場では、堆肥由来窒素を勘案した施肥設計を行うことで、窒素利用率の向上とともに、環境負荷の軽減を図ることが必要である。

### 牛ふんオガクズ堆肥 + 石室の施用効果

石灰窒素の併用により、生ふんオガクズ堆肥の土壤改良効果に加えて、pHおよび交換性CaO含量の維持と、可給態リン酸含量の大きな増加がみられる。生ふんオガクズ堆肥と硫酸の施用に比べて、交換性CaO含量は高く維持されるが、増加せずほぼ一定の値を保ち、有効態リン酸含量が著しく増加する。

一般に、施肥リン酸の大部分は土壤中のアルミニウムや鉄と結合して不溶化するため、作物による利用率が窒素やカリに比べて低くなる。特に、低pH条件下では、これらのアルミニウムや鉄が遊離してリン酸と結合し難溶性リン酸を生成しやすくなる。しかし、石灰窒素の施用により、pHの低下を防ぎアルミニウムや鉄の活性化を抑制することができる。さらに、石灰窒素に含まれるカルシウムはリン酸と結合し、カルシウム型リン酸を生成する。石灰窒素施用により交換性CaO含量が増加しないのはこのためである。このカルシウム型リン酸は植物に利用されやすいため、施肥リン酸は不溶化することなく可給態リン酸として土壤に蓄積される(図-8)。これらのことから、石灰窒素を連用した場合、リン酸資材の施用量を大きく減らすことができると考えられる。また、サツマイモ、レタスの収量が増加し、特にレタスに対する増収効果が期待できる。

黄色土普通畑への有機質および無機質資材の連用により、さまざま

な土壤改良効果が得られた。牛ふんオガクズ堆肥の連用は、土壤の孔隙率を増加させた。土壤の孔隙率の増加は、保水性や透水性の改善につながる。また、腐植、交換性MgO、K<sub>2</sub>Oを増加させ、黄色土の持つ問題点を大きく改善した。さらに石灰窒素を施用することで、pHと交換性CaO含量が維持され、可給態リン酸含量が増加し、熟畑化を促進した。しかしながら、これらの土壤改良資材の長期連用は、土壤養分を過度に増加させ、環境負荷の増大にもつながる。そのため、適宜土壤診断を行い、その目的に合った土壤改良資材を選定することで、地力の増進を図りつつ、環境に配慮した栽培管理を行っていく必要がある。

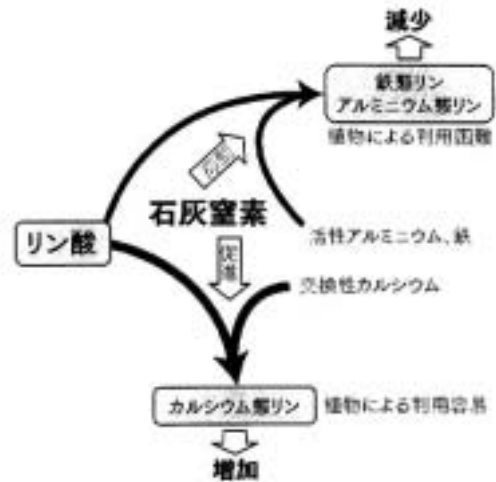


図-8 石灰窒素の施用効果