

## 野菜の持続的安定生産のための効果的な養分管理法

ジェイカムアグリ株式会社 九州支店熊本駐在

技術顧問 郡司掛 則 昭

### 1. はじめに

九州地域はトマト、ピーマンやイチゴなど果菜類栽培を中心とする全国有数の野菜生産地域であり、農家は高品質な野菜を安定して生産するために土づくりに日々励んでいる。

堆肥等有機質資材は土づくりに用いられる身近な有機質資源であるが、土壤に施用されると徐々に分解し収穫物による養分の収奪に加えて、野菜畑のような酸化的な条件では作物残渣の分解が進みやすく地力が消耗しやすい特徴がある。このため必然的に堆肥施用を繰り返すことになるが、連用は土壤中での養分動態や生物的な環境に偏りを生じるなど持続的な生産にとって却ってマイナス要因となり得る。よって、堆肥等有機質資材はその性質をよく理解した上で土壤の地力実態や栽培する作物の生育特性、養分吸収特性などに応じた施用が大切である。

ここでは、同一圃場で繰り返し栽培されることが多い野菜を対象に、野菜栽培における土づくりの実態と影響要因について解析し、これに基づい

て野菜の持続的生産のための効果的な養分管理法について述べる。

### 2. 野菜栽培土壤の地力実態

#### 1) 野菜栽培土壤の理化学性の変化

土づくりを実行するには栽培圃場の土壤地力を知ることが第一である。これに対して全国規模で行われてきた土壤環境モニタリング調査は貴重な示唆を与えてくれる。たとえば熊本県の場合、計53点の野菜栽培土壤が平成11年～14年および平成15年～19年の間で同一圃場が2回調査されている（九州沖縄農業研究センター，2010）。

表1に示した平成15年～平成19年の最近5カ年間の調査結果を要約すると、土壤の物理性のうち作土深は施設野菜では22.6cm、露地野菜では16.9cmとやや浅くなる傾向が認められる。一方、作土直下層のち密度は施設、露地野菜とも診断基準値相当で、孔隙率にも差は認められない。

施設野菜の作土の化学性では、調査周期①から②にかけてECを除く全項目で増加しており、特にpH、CEC、交換性石灰、交換性苦土ならびに

表1. 作土の物理性および化学性

作物	調査周期	物理性			化学性									
		作土深 cm	ち密度 (次層) mm	孔隙率 %	pH (H <sub>2</sub> O)	EC mS	全炭素 %	CEC	交換性 カリ me/100g	交換性 石灰	交換性 苦土	塩基飽 和度 %	可給 リン酸 mg/100g	
施設野菜 n=35	①	26.3	20.2	68.9	6.2	0.43	3.24	27.8	1.7	16.0	4.5	87.2	147.3	
	②	22.6*	16.8**	68.0	6.4**	0.33	3.38	29.5*	1.8	19.6**	5.7**	94.4	210.1**	
露地野菜 n=18	①	19.2	18.1	65.5	6.4	0.14	4.09	24.0	1.5	11.6	2.9	70.4	96.3	
	②	16.9	18.9	72.5**	6.3	0.12	4.21	27.8*	1.5	16.3**	3.1	72.9	125.6	
診断基準		>25	<22	—	6.0~6.5	<0.3	—	>15.0	0.3~0.6	>10.0	>1.0	60~80	>10	

注1) 施設野菜：ナス、ピーマン、トマト、スイカ

露地野菜：ニンジン、キャベツ、ホウレンソウ、タマネギ

注2) 調査周期①：平成11年～14年、調査周期②：平成15年～19年

注3) 表中の\*\*および\*はt検定の結果、それぞれ1%および5%水準で有意差があることを示す

可給態リン酸は有意に高くなっているが、いずれも診断基準値内にある。一方、交換性カリの増加は統計的に有意ではないが、平均で1.8me/100gであり診断基準の上限値よりも3倍程度高く、施設野菜栽培土壌においてカリの集積が進んでいることが推察される。

露地野菜では調査周期①から②にかけてpHやECは減少傾向が見られるが、その他の項目は増加傾向にある。特にCECと交換性石灰は有意に高くなっている。土壌診断基準値との比較では、施設野菜と同様に交換性カリの値が大きく基準を越えており、露地野菜でもカリの集積傾向が伺われる。

## 2) 品目別の土壌化学性

品目別の作土の化学性と土壌診断基準値を表2

表2. 野菜の品目別、土壌別の作土の化学性（調査：平成15年～19年）

栽培様式	土壌の種類	土地利用	品目	pH (H <sub>2</sub> O)	EC mS	交換性	交換性	交換性	塩基飽和度 %	可給態リン酸 mg/100g
						カリ	石灰	苦土		
施設	黒ボク土	畑	トマト (n=5)	7.1	0.56	104	622	110	110	131
			スイカ (n=5)	6.1	0.33	100	499	146	92	299
	灰色低地土	水田	トマト (n=10)	6.5	0.56	48	565	76	117	227
			ナス (n=5)	6.3	0.30	80	564	133	81	368
	施設平均 (n=25)			6.5	0.44	83	563	116	100	256
診断基準値			6.0~7.0	<0.3	25~90	250~400	20~60	60~80	>10	
露地	黒ボク土	畑	キャベツ (n=4)	5.9	0.26	61	350	35	56	56
			ニンジン (n=3)	6.0	0.13	65	738	74	73	20
	露地平均 (n=7)			6.0	0.20	63	544	55	65	38
	診断基準値			5.5~6.5	<0.3	25~70	250~400	20~60	45~80	>10

に示している。施設野菜では、トマトは黒ボク土では化学性はいずれの項目も基準値よりも高いが、灰色低地土ではpHおよび交換性カリは基準値内にある。黒ボク土のスイカではpHは適正であるが、その他の項目はいずれも基準値を超えている。灰色低地土のナスはpHおよびECを除けばほとんどの項目が基準値以上である。一方、露地野菜では、キャベツは各項目ともほぼ適正であるが、ニンジンは交換性石灰および苦土が基準値を超えている。

このように、野菜の品目別土壌化学性は葉菜類および根菜類では交換性陽イオン、塩基飽和度や可給態リン酸はほぼ適正であるのに対して、施設果菜類ではほとんどの養分関連項目が診断基準値を上回っていることが明らかである。なお、交換性カリは同じトマトでも灰色低地土よりも黒ボク土が高く土壌の種類によって差が認められるが、これは水田と畑の土地利用の違いを反映していると考えられる。

## 3) 野菜栽培土壌の地力変動要因

ナス、トマト、スイカは同じ施設果菜類であり、いずれも養分集積が著しい。ここで注目すべきは、追肥重点で施肥量が多いナス、同じく追肥重点ではあるが施肥量は中程度のトマト、基肥重点で施肥量が比較的少ないスイカのいずれの品目

でも養分集積が起こっている点である。このことから、養分集積には肥料由来養分だけではなく堆肥等有機質資材や土壌に由来する養分が大きく影響していると推定される。

実際、土壌環境モニタリング調査における土づくり資材の最近の施用状況調査（表3）によれば、施設野菜では89%程度が堆肥等有機質資材を施用し平均施用量は2,600kg/10a、露地野菜でも90%以上の圃場で平均2,400kg/10aと多量の有機質資材の施用実態が認められている。

表3. 有機質資材および石灰質資材の施用実態

作物	調査周期	有機質資材		石灰質資材	
		施用割合 %	施用量 kg/10a	施用割合 %	施用量 kg/10a
施設野菜 n=35	①	95	2600	60	84
	②	89	2400	33	107
露地野菜 n=18	①	56	2300	81	79
	②	96	2400	83	114

注) 調査周期①：平成11年～14年、調査周期②：平成15年～19年

以上のように、野菜栽培土壌の地力は土づくりの基本技術として広く行われている堆肥等有機質資材の施用によって養水分保持に関係するCECや易耕性に関係する全炭素含量などで向上が認められるものの(表1)、施設野菜などでは肥料や堆肥等の資材に由来するカリやリン酸などが土壌に集積し地力低下が顕在化していると推察される。

### 3. 堆肥等有機質資材の施用効果

一般的に、堆肥の施用は土壌への有機物の重要な供給源であるとともに作物の生育に必要な各種養分を供給する働きをもっており、地力維持・向上とこれに伴う収量増加や品質確保をもたらすとされているが、どの野菜に対しても同様の効果が得られるかどうかは整理されていない。これに対する解答の一つは、異なる野菜の収量ならびに品質を同じ堆肥を用いて同じ施用量および施用時期で比較することが与えられると考えられる。

この考えに沿って、黒ボク土畑におけるアールスメロン抑制栽培とトマト促成栽培において化学肥料のみを施肥する場合を対照として、化学肥料に牛ふん堆肥を2～4t/10aを2作連続して上乗せ施用する場合と比較してみると、アールスメロンおよびトマトの平均収量はいずれも牛ふん堆肥の施用量とともに増加する傾向が認められる(図1、図2)。しかし、果実糖度はト

マトでは施用量による差はほとんど見られないが、アールスメロンでは施用量4t/10aよりも施用量が少ない2t/10aの方がやや高くなる傾向が見られる(熊本農研セ、2006、2007)。

これらの結果は、収量および品質の年次間差が大きく処理間差は統計的に有意ではないが、平均値でみる限り牛ふん堆肥は

施用量を増加させるとアールスメロンの一果重やトマトの果実収量を高める増収効果は得られるが、品質面ではアールスメロンのみ果実糖度で上

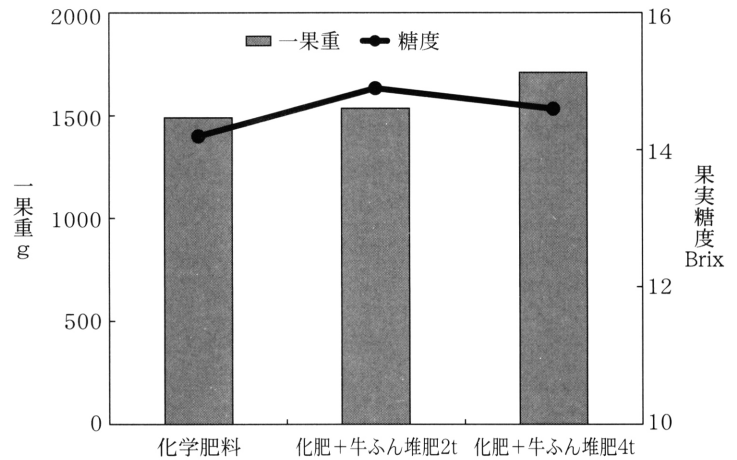


図1. アールスメロン秋冬栽培の一果重と糖度に及ぼす牛ふん堆肥施用の影響

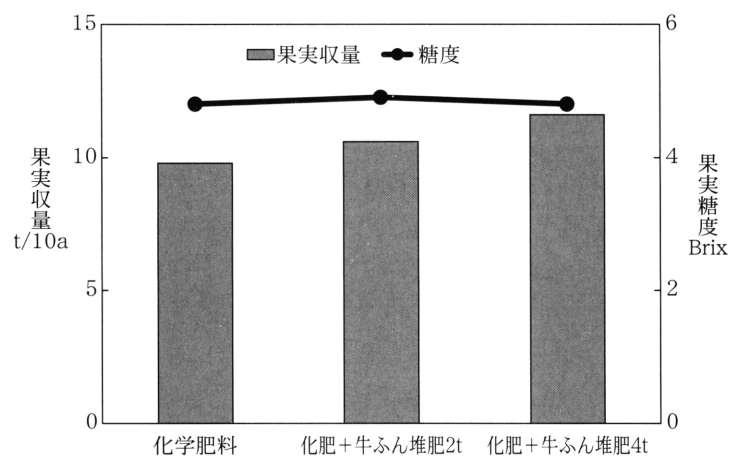


図2. トマト促成栽培の果実収量と糖度に及ぼす牛ふん堆肥施用の影響

昇が認められる。この結果は、トマトのように持続的な養分供給を必要とする野菜では、牛ふん堆肥2t/10aよりも4t/10aの方が養分供給量も多く肥効が長く持続するので果実収量は増加すると推察される。一方、アールスメロンにおいては牛ふん堆肥4t/10aの施用は果実肥大には寄与するが、商品価値に直結する果実糖度を上昇させる効果は2t/10aの方が高いと考えられる。

以上のように、堆肥の施用は野菜の収量確保や品質形成にとって重要な要因であるが、野菜の種類や施用量に応じて異なる効果が得られることを理解した上で栽培目的に適った利用を図ることが重要である。

#### 4. 野菜の持続的生産のための養分管理法

野菜栽培土壌の地力は堆肥等有機質資材の施用によって強く影響されており、水分保持や易耕性に関係するCECや全炭素含量の増加などプラスの効果も認められるが、交換性カリや可給態リン酸などの養分の土壌集積が顕在化している。

このため野菜を持続的に安定して生産するための土づくりの主力目標は、養分集積を防止する養分管理の適正化であると考えられる。ここで言う適正化とは、野菜生産では堆肥施用が前提であるので、堆肥、土壌ならびに肥料に由来する養分量をうまく調和させながら、野菜個々の養分要求性を満たすと同時に余分な養分を土壌に集積させない施肥法を組み立てることに他ならない。

これに対する有効な養分管理法として熊本県では診断カルテによる養分管理法が開発されている(水上ら, 2008)。これは、アールスメロンによる養分要求性を満足させるために生育および品質形成に最も大きく影響する窒素とカリに注目し、牛ふん堆肥および土壌に由来するそれぞれの供給量と施肥基準に基づいて施肥設計を立てる方法である。図3に示すように、ア

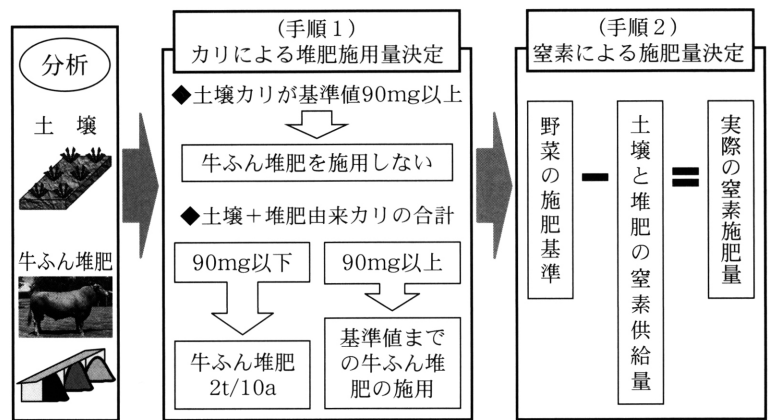
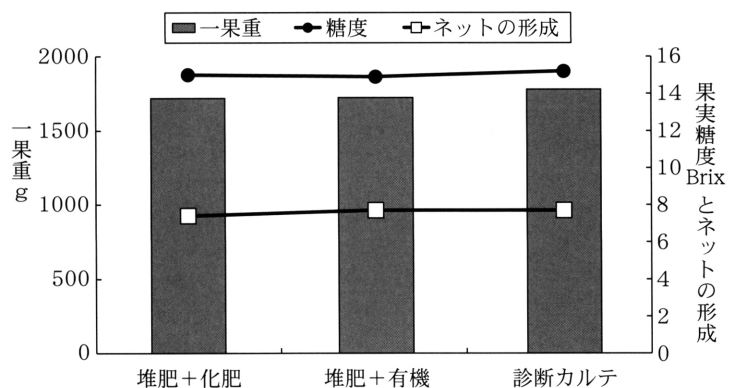


図3. 診断カルテによる堆肥施用量および窒素施肥量決定の手順

ールスメロンに対する牛ふん堆肥の施用量は前述したとおり2t/10a程度が適正であることを考慮しつつ、第一のステップは土壌と堆肥に由来するカリ供給量とカリの土壌診断基準値(ここでは90mg/100g)を比較して土壌診断基準値を超えない範囲で牛ふん堆肥施用量を定める。第二のステップは、第一のステップで評価された土壌と堆肥から供給される窒素量をアールスメロンの施肥基準から差し引いて窒素施肥量を求める方法である。

この診断カルテを用いて行われたアールスメロン連続6作に対する試験結果では、牛ふん堆肥2t/10aに化学肥料あるいは有機質肥料を上乗せ施用する慣行施肥体系(春夏作15-15-15, 秋冬作12-12-12)の平均一果重1.72kg, 平均糖度Brix15.0に比べて、診断カルテでは窒素施肥量



注) ネットの形成は、粗密(1~5)、盛上がり(1~5)で総合評価した

図4. アールスメロンの収量・品質に及ぼす養分管理法の影響

を最大25%削減しても、それぞれ1.78kg, 15.2と同等以上で、ネットの形成も遜色がない果実を連続して生産できること(図4)、また土壌中の交換性カリは6作終了後においても土壌診断基準値内にあり、土壌集積も慣行施肥に比べて30%程度減少することが実証されている(図5)。

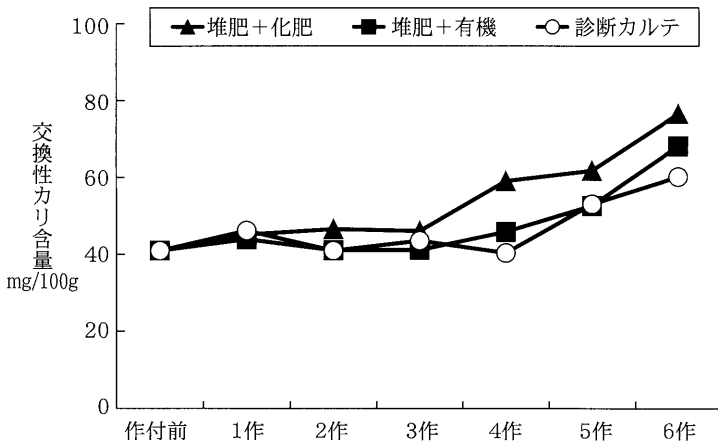


図5. アールスメロン栽培土壌の交換性カリの推移

しかし、診断カルテによる養分管理法を促成トマト栽培に適用した場合、2作連続栽培したトマトの果実収量は栽培年次によって慣行比+9~-13%と大きく変動することが認められ(熊本農研セ, 2006, 2007)、診断カルテによる養分管理法は、アールスメロンと養分吸収特性を異にするトマトなど他野菜へ適用するには更なる検討が必要と考えられる。

5. まとめ

ここでは、野菜栽培土壌の地力実態と土づくり資材としての牛ふん堆肥の野菜に対する施用効果について紹介した。野菜の安定生産にとって堆肥

等有機質資材の施用を基本技術とする土づくりは極めて有効な手段ではあるが、単に圃場に投入すればよいといった考えで画一的な施用を繰り返せば、施設野菜で認められるような著しい養分集積などの地力低下を招くことになる。これに対して、

ここで紹介したアールスメロンの例のように、野菜の養分吸収特性、栽培圃場の土壌地力(主に窒素とカリ)、用いる堆肥や肥料に由来する養分量などを収量・品質と土壌集積防止の面から診断カルテによって総合的に評価する養分管理法は非常に有効であると考えられる。

最近、堆肥等有機質資材由来窒素や畑土壌の可給態窒素などの評価法が新しく開発され、生産現場での迅速かつ簡易な窒素供給力の評価が可能となっている。今後、多くの野菜に対する施肥設計においてこれらの評価法を組み込んだ使い勝手の良い診断カルテの開発が待望される。

引用文献

九州沖縄農業研究センター編 2010, 九州・沖縄地域における農耕地土壌の変化, 農林水産省九州農政局, 39-44.  
 水上浩之・歌野裕子 2008, 牛ふん堆肥を用いたアール系メロン栽培において養分管理に有効な診断カルテ, 熊本県農業研究センター研究報告 第16号, 35-40.  
 熊本県農業研究センター 2006, 平成16年度試験成績書(土壌肥料), 安全安心な農産物生産のための総合的な養分管理技術の開発 45-51.  
 熊本県農業研究センター 2007, 平成17年度試験成績書(土壌肥料), 安全安心な農産物生産のための総合的な養分管理技術の開発 43-51.