

青果用サツマイモ「ベニサツマ」の食味に関する要因の 解明

誌名	鹿児島県農業開発総合センター研究報告. 耕種部門
ISSN	18818609
著者名	久米,隆志 池田,健一郎 松崎,哲士 柏木,伸哉
発行元	鹿児島県農業開発総合センター
巻/号	4号
掲載ページ	p. 23-31
発行年月	2010年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



青果用サツマイモ「ベニサツマ」の食味に関する要因の解明

久米隆志・池田健一郎^{*1}・松崎哲士・柏木伸哉^{*2}

要 約

青果用サツマイモに対しては、近年、外観品質に加え、良食味へのニーズが高まっている。そこで、食味への影響が大きい「甘さ」に関する要因をいもの内容成分と施肥量から解析した。

施肥量の増加によって、生いものβ-アミラーゼ活性が高まり、蒸しいものマルトース含量が増加し、いもの食味（甘さ）が向上した。また、生いものでん粉含量が高いほど蒸しいものマルトース含量が増加した。

施肥量が同じでも、土壌の種類など栽培条件によりβ-アミラーゼ活性は異なった。地力の高い土壌では、施肥増による食味向上に対する効果は明らかでなかったが、地力の低い土壌では、標準施肥量の2倍施用により、でん粉含量が増加し、β-アミラーゼ活性が高まり、食味が向上した。

キーワード：甘さ、施肥、でん粉含量、β-アミラーゼ活性、マルトース

緒 言

鹿児島県のサツマイモは、栽培面積14,000ha、生産量約40万トンのいずれも全国1位を占める（2008年）¹⁰ 主要畑作物である。生産量の内訳はでん粉原料用と焼酎用がそれぞれ約4割を占めている。でん粉の輸入自由化に伴い、でん粉原料用から青果・加工用サツマイモへの転換が求められているが、本県のサツマイモにおいて、青果用サツマイモの占める割合は栽培面積で約9%、生産量で約5%にとどまっている⁹。青果用サツマイモの栽培面積および生産量を高めるためには、形状や皮色などの外観品質や内容品質を高め、かつ品質にバラツキがないように、市場評価を高める必要がある。

青果用サツマイモに対する形状や皮色などの外観品質と栽培環境や栽培法との関係については、脇門ら¹⁷が黒ボク、シラス土への赤ホヤ、砂の混合でいもの品質が向上すると報告しているほか、これまで多くの報告^{2), 11), 13)}がなされている。一方、いもの内容品質については、武田ら¹⁰がでん粉価と糖含量を高めるため、収穫前に低水分で栽培すること、犬飼ら³⁾が低地温で栽培した場合、マルトース含量が高まることなどを報告している。これらの報告は、栽培法の改善でサツマイモの食味が向上することを示唆している。

近年、青果用サツマイモに対しては、外観品質だけでなく良食味に対するニーズも高まっていることから、本県の特徴的な土壌において、青果用サツマイモの食味向

上のための栽培技術の改善方法を検討した。

‘高系14号’の選抜系統である「ベニサツマ」は、肥大が早いため、早掘に向く比較的甘いサツマイモで、本県青果用サツマイモの栽培面積の80%を占めている。そこで、「ベニサツマ」を用いて、甘さ、食感、肉質、香りなど食味に関する要因のうち、「甘さ」に関する要因をいもの内容成分と施肥量、主に窒素施用量との関係から解析したので報告する。

試験材料および方法

1 土壌の種類および施肥量の違いがいもの内容品質および食味に及ぼす影響

供試材料は、2004年から2006年の3カ年、鹿児島県農業開発総合センター大隅支場内のほ場で、異なる土壌および施肥条件で栽培された「ベニサツマ」を用いた。すなわち、サツマイモ連作黒ボク土壌（以下、黒ボク土区と略す）と10年以上作付けない黒ボク+赤ホヤ混層土壌（以下、混層土区と略す）の2ほ場に、窒素成分で施肥量0.0（無施肥）、0.4（標準施肥）、0.8（2倍施肥）、1.2（3倍施肥）kg/aの4段階を設けた。2004、2005年は配合肥料（窒素4%、リン酸20%、カリ9%）を用い、2006年は配合肥料（窒素5%、リン酸15%、カリ15%）を用いて、全量基肥で施用した。

耕種概要は、畦幅80cm、株間35cmの黒マルチ栽培で、2004年の植付期は4月22日、収穫期は8月18日、2005年は4月25日植付、8月24日収穫、2006年は5月2日植付、9月4日収穫で、いずれの年次も挿苗後120日前後で収穫した。収穫したいもは15℃で定温貯蔵した。

（連絡先）農産物加工研究指導センター

*1 現熊本支場 *2 現農産園芸課

内容成分の分析は、収穫貯蔵後、概ね10～14日経過後に、各区2反復、1区6個体で行った。蒸しいもは蒸気式蒸し機（アイホー製 型式:ST-51H）で40分間蒸煮した後、分析に供した。

水分は、105℃150分乾燥法で測定し、糖（フルクトース、グルコース、スクロース、マルトース）は、試料をホモジナイズしたのち、80%エタノールで抽出し、HPLCで定量した。分析カラムはAsahipakNH2Pを用いた。でん粉含量は、上記抽出残さを塩酸で加水分解後、DNS法¹⁾でグルコースを定量し、0.9を乗じた。

蒸しいもの食味官能試験は、農業開発総合センター職員で実施し、対照区に対して、甘さについては+2（甘い）から-2（甘くない）、食感については+2（良い）から-2（悪い）、総合評価については、おいしさと称して+2（おいしい）から-2（おいしくない）までの5段階で評価した。

つるおよびいもの全窒素含量は、105℃乾燥後、ウイレー型粉砕機で粉砕し、硫酸-過酸化水素で湿式分解²⁾後、水蒸気蒸留装置で測定した。

2 いもの食味（甘さ）に関与する要因の解析

いもの食味、特に甘さに関与する要因解析のため、窒素施用量と生いものでん粉含量の関係、生いものでん粉含量と蒸しいものマルトース含量との関係、窒素施用量と生いものβ-アミラーゼ活性との関係、β-アミラーゼ活性と蒸しいものマルトース含量との関係について分析した。

いものβ-アミラーゼ活性は、Moritaら³⁾の方法を改変して測定した。すなわち、抽出液を遠心分離（10,000rpm, 10分）後、得られた上清を酢酸緩衝液（50mM pH5.0）で希釈したものを粗酵素液とした。可溶性澱粉2gを100mlの0.1M酢酸緩衝液（pH5.0）に溶解したものを基質とした。基質0.25mlに粗酵素液0.25mlを加え、37℃で10分間反応させ、生成したマルトースをDNS法で定量した。1分間に1μMのマルトースを生成する酵素量を1unitとした。

また、ほ場の地力といもの甘さの関係を明らかにするため、土壌や栽培条件の異なる県内産地からサツマイモとその栽培土壌を収集し、ほ場試験の黒ボク土区、混層土区も併せて、土壌の可給態窒素とβ-アミラーゼ活性との関係について調査した。

土壌の種類は、多腐植質黒ボク土、腐植質黒ボク土、淡色黒ボク土、赤ホヤで、さらに黒ボク土や赤ホヤを天地返したほ場である。

土壌の可給態窒素は、25℃で4週間培養後にプレム

ナー法で窒素無機化量を測定した。

結 果

1 土壌の種類および施肥量の違いがいもの内容品質および食味に及ぼす影響

(1) サツマイモの生育・収量

各土壌区の施肥量ごとのつる重を図1に示す。2004年は黒ボク土区の無施肥で224kg/a、標準施肥で259kg/a、2倍施肥で331kg/a、3倍施肥区で366kg/aであった。混層土区では、無施肥201kg/aから3倍施肥433kg/aの範囲にあった。2005年のつる重は2004年に比べ、いずれの区も軽く、黒ボク土区で219～282kg/a、混層土区で72～250kg/aで、特に混層土区の無施肥のつる重が軽かった。2006年は黒ボク土区で175～313kg/a、混層土区で36～210kg/aで、2005年と同程度のつる重であった。

各土壌の施肥量ごとの上いも収量を図2に示す。2004年は、黒ボク土区の無施肥で269kg/a、標準施肥で300kg/a、2倍施肥で288kg/a、3倍施肥区で291kg/aであった。混層土区では、無施肥で256kg/a、標準施肥で252kg/a、2倍施肥で354kg/a、3倍施肥で344kg/aであった。2005年の上いも収量は、黒ボク土区で236～257kg/a、混層土区で183～290kg/a、2006年は黒ボク土区で188～247kg/a、混層土区で102～264kg/aであった。

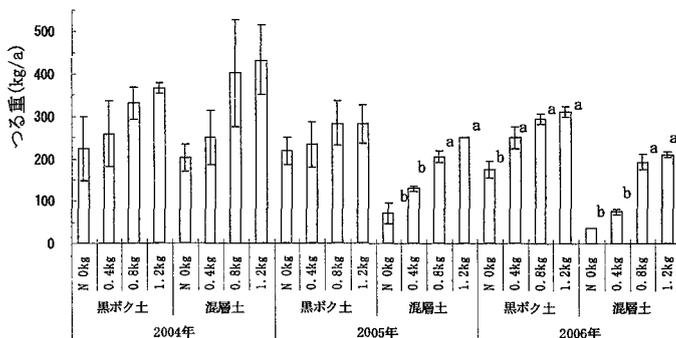


図1 各土壌区の施肥量とつる重

注1) 実施年度、土壌の種類内で異符号間にはTukeyの多重検定により5%の危険率で有意差有り
2) バーは標準偏差を示す

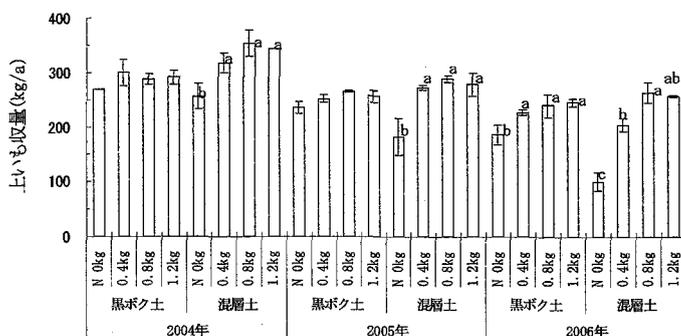


図2 各土壌区の施肥量と上いも収量

注1) 実施年度、土壌の種類内で異符号間にはTukeyの多重検定により5%の危険率で有意差有り
2) バーは標準偏差を示す

表1 施肥量、土壌の種類および試験年次ごとのいもの内容成分

年次	土壌の種類	水分 %	糖 含 量 %				甘味度	でん粉含量 %		
			フルクトース +グルコース	スクロース	マルトース	合計		生	蒸し	
2004	(主効果) 黒ボク土 混層土	62.3b 69.3a	1.38b 1.75a	1.80 1.74	10.0 a 7.78b	13.2a 11.3b	8.47a 7.66b	29.8a 21.3b	19.1a 14.6b	
	有意差検定	**	*		**	**	**	**	**	
	N 0.0kg N 0.4kg N 0.8kg N 1.2kg	68.3a 65.9b 64.4c 64.6bc	1.85 1.67 1.29 1.44	1.55b 1.83ab 1.95a 1.74ab	7.51c 8.59b 9.90b 9.62ab	10.9c 12.1b 13.1a 12.8ab	7.34c 8.09b 8.57a 8.25ab	23.2b 25.2ab 26.8a 27.1a	15.8 17.2 17.0 17.3	
	有意差検定	**		*	**	**	**	**	**	
	(交互作用効果) 黒ボク土0.0kg " 0.4kg " 0.8kg " 1.2kg	63.6 62.7 61.8 61.2	1.47 1.55 1.14 1.37	1.72 1.81 1.89 1.77	9.39 9.78 10.6 10.4	12.6 13.1 13.6 13.5	8.13 8.50 8.65 8.59	28.8 29.2 30.3 30.8	18.8 19.0 18.6 19.9	
	混層土0.0kg " 0.4kg " 0.8kg " 1.2kg	73.0a 69.1b 67.0b 68.0b	2.24 1.80 1.44 1.52	1.36 1.84 2.02 1.72	5.64 7.40 9.22 8.84	9.3c 11.0b 12.7a 12.1a	6.55b 7.67a 8.48a 7.92a	17.7 21.1 23.3 23.3	12.7 15.5 15.4 14.7	
	有意差検定	*				**	**			
	2005	(主効果) 黒ボク土 混層土	61.1b 66.8a	1.33b 1.92a	2.49a 1.61b	9.96a 6.62b	13.8a 10.2b	9.87a 7.72b	28.8a 22.7b	18.9a 15.9b
		有意差検定	**	**	**	**	**	**	**	**
		N 0.0kg N 0.4kg N 0.8kg N 1.2kg	67.1a 63.7b 62.4b 62.8b	2.12a 1.62b 1.51b 1.27b	2.15 2.03 1.99 2.03	6.29b 7.20b 9.75a 9.90a	10.6b 10.9b 13.3a 13.2a	8.60 8.25 9.25 9.09	22.2b 25.3a 27.8a 27.7a	16.3 18.3 17.9 17.2
有意差検定		**	**		**	**		**	**	
(交互作用効果) 黒ボク土0.0kg " 0.4kg " 0.8kg " 1.2kg		61.1 61.6 60.3 61.6	1.43 1.56 1.17 1.17	2.57 2.34 2.47 2.57	9.42 9.85 10.4 10.2	13.4 13.8 14.0 14.0	9.86 9.88 9.84 9.92	28.0 27.9 30.2 29.0	19.8 18.4 19.6 18.0	
混層土0.0kg " 0.4kg " 0.8kg " 1.2kg		73.2a 65.8b 64.4b 64.0b	2.80a 1.67bc 1.86b 1.36c	1.72 1.72 1.51 1.49	3.15b 4.55b 9.15a 9.60a	7.68b 7.94b 12.5 a 12.5 a	7.33 6.62 8.67 8.25	16.4b 22.7a 25.4a 26.4a	12.9 18.2 16.3 16.4	
有意差検定		**	*		*	*		*	*	
2006		(主効果) 黒ボク土 混層土	63.6b 67.5a	1.81b 2.05a	2.59 2.74	9.54a 6.02b	13.9a 10.8b	9.78a 8.59b	25.3a 21.6b	15.7 15.3
		有意差検定	**	**		**	**	**	**	**
		N 0.0kg N 0.4kg N 0.8kg N 1.2kg	68.0a 65.3b 64.6b 64.5b	2.27a 1.99ab 1.70b 1.77b	2.71 2.70 2.60 2.66	5.50c 7.58b 9.14a 8.89a	10.5c 12.3b 13.4a 13.3a	8.47b 9.18ab 9.52a 9.56a	21.1d 23.1c 25.4a 24.3b	15.1c 16.0a 15.9ab 15.2bc
	有意差検定	**	**		**	**	**	**	*	
	(交互作用効果) 黒ボク土0.0kg " 0.4kg " 0.8kg " 1.2kg	64.7a 63.8ab 62.3b 63.6ab	2.27 1.75 1.51 1.71	2.48 2.79 2.46 2.63	8.23b 9.23ab 10.7 a 9.98a	13.0 13.8 14.7 14.3	9.39 9.88 9.87 9.98	24.5b 23.9b 27.3a 25.6ab	15.4b 15.3b 16.7a 15.1b	
	混層土0.0kg " 0.4kg " 0.8kg " 1.2kg	71.2a 66.9b 66.8b 65.3b	2.27 2.22 1.90 1.83	2.93 2.60 2.73 2.68	2.76c 5.93b 7.57ab 7.81a	7.96b 10.8 a 12.2 a 12.3 a	7.55 8.48 9.18 9.14	17.7b 22.3a 23.5a 23.1a	14.8b 16.6a 14.6b 15.2ab	
	有意差検定	**			**	**		**	**	

注1) **, *はそれぞれ1%, 5%の危険率で有意差あり
 2) 異符号間にはTukeyの多重検定により5%の危険率で有意差あり
 3) 表中の各数値はでん粉含量(生)を除きすべて蒸しものでの分析値
 4) 甘味度 = (スクロース×1.0) + (グルコース×0.69) + (フルクトース×1.5) + (マルトース×0.46)

なお、いずれの試験区でも過繁茂による収量減（つるぼけ）の現象はみられなかった。

(2) サツマイモの内容成分

施肥量、土壌の種類および試験年次ごとのいもの各成分含量を表1に示す。2004年の蒸しいものマルトース含量および全糖含量は、黒ボク土区でそれぞれ10.0%、13.2%、混層土区でそれぞれ7.78%、11.3%で、黒ボク土区が混層土区に比べ高かった。甘味度は、黒ボク土区で8.47、混層土区で7.66、生いものでん粉含量は黒ボク土区で29.8%、混層土区で21.3%で、甘味度、生いものでん含量ともに黒ボク土区が混層土区に比べて高かった。水分は黒ボク土区62.3%、混層土区69.3%と混層土区が黒ボク土区を上回った。2005年および2006年も同様の傾向であった。

施肥量間で比較すると、2004年のマルトース含量は無施肥で7.51%、標準施肥で8.59%、2倍施肥で9.90%、3倍施肥で9.62%と無施肥から2倍施肥までは施肥量が増加するほど高くなる傾向にあった。全糖含量および甘味度も同様であった。また、2005年および2006年も同様の傾向であった。

黒ボク土と混層土の各土壌ごとの施肥量間で比較すると、2005年および2006年の混層土区において、施肥量の増加に伴い、マルトースおよび全糖含量が増加した。しかし、黒ボク土壌においては、施肥量の増加に伴うマルトースおよび全糖含量の増加傾向は明らかでなかった。

(3) 食味官能試験

2005年に実施した蒸しいもの食味官能試験について、図3に黒ボク土区での甘さの評価、図4に混層土区における甘さの評価を示す。食味評価の甘さの評価値と総合評価値は同様の傾向であった（データ略）。黒ボク土区では、施肥量の違いによる甘さに有意差は認められなかった。混層土区の無施肥の甘さは-0.75で、標準施肥区に比較して低く、3倍施肥区の甘さは1.10であった。また、同一施肥量間で黒ボク土区の食味評価値を対照とした混層土区の食味評価値を図5に示す。無施肥で比較すると、黒ボク土区の食味評価値0に対して、混層土区の甘さは-1.25で低かったが、施肥量が増加すると、黒ボク土区と混層土区の食味評価値の差は小さくなる傾向であった。

(4) サツマイモの窒素含有率

サツマイモのつるおよびいも中の窒素含有率を図6に示す。つるの窒素含有率は黒ボク土区で1.58~1.63%、混層土区で1.16~1.44%であった。いもの窒素含有率は黒ボク土区

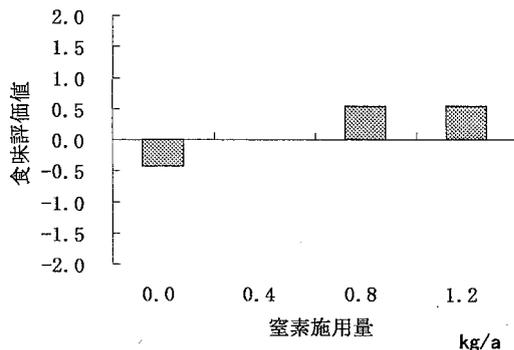


図3 黒ボク土区における施肥量間の甘さの食味評価値の比較（2005年）
注) NO.4kg区を対照とする

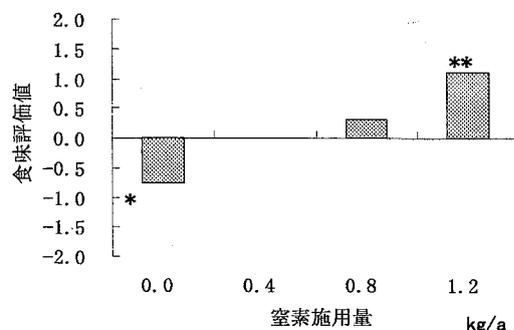


図4 混層土区における施肥量間の甘さの食味評価値の比較（2005年）
注1) NO.4kg区を対照とする
2) **, *はそれぞれ1%, 5%の危険率で有意差あり

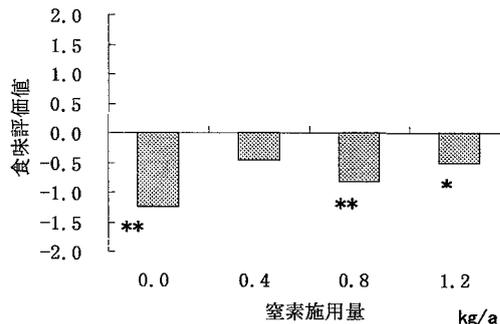


図5 同一施肥量間で黒ボク土区を対照とした混層土区の甘さの食味評価（2005年）
注) **, *はそれぞれ1%, 5%の危険率で有意差あり

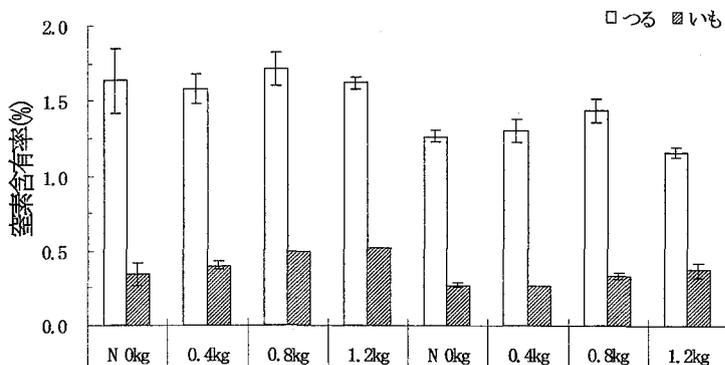


図6 各土壌区の施肥量とサツマイモの窒素含有率（2006年）
注)バーは標準偏差を示す

で0.35～0.52%、混層土区で0.27～0.38%であった。

表2にサツマイモによる施肥窒素の利用率を示す。窒素吸収量は、いずれの土壌も施肥量の増加に伴い増加した。無施肥

での窒素吸収量は、黒ボク土区0.58kg/a、混層土区0.17kg/aで、黒ボク土区が混層土区に比べて高かった。みかけの窒素成分収支からみた窒素利用率は、黒ボク土区、混層土区とも標準施肥、2倍施肥が高く、3倍施肥では低くなることが認められた。

2 おいしさに及ぼす要因の解析

(1) 窒素施用量と生いものでん粉含量との関係

黒ボク土区および混層土区における窒素施用量と生いものでん粉含量との関係を3カ年の平均で図7に示す。でん粉含量は、黒ボク土区で27.0～29.3%、混層土区で17.3～24.3%で、土壌別にみると黒ボク土区が混層土区を上回った。窒素施用量間でみると、黒ボク土区では、施肥量を増加しても、でん粉含量は増加しなかったが、混層土区では、2倍施肥NO.8kgまで増加する傾向であった。

(2) でん粉含量とマルトース含量との関係

図8に生いものでん粉含量と蒸しいものマルトース含量の関係を示す。生いものでん粉含量と蒸しいものマルトース含量には正の相関が認められた。

(3) 窒素施用量と生いものβ-アミラーゼ活性との関係

表2 窒素吸収量及び施肥窒素の利用率(2006年) (kg/a, %)

試験区	黒ボク土				混層土			
	NO.0	NO.4	NO.8	N1.2	NO.0	NO.4	NO.8	N1.2
項 目								
つるの窒素吸収量	0.35	0.48	0.61	0.61	0.08	0.18	0.38	0.33
いもの窒素吸収量	0.23	0.35	0.48	0.50	0.09	0.19	0.32	0.36
窒素吸収量の合計	0.58	0.83	1.09	1.11	0.17	0.37	0.70	0.69
無窒素区の吸収量を除いた窒素吸収量	0.00	0.25	0.51	0.53	0.00	0.20	0.53	0.52
施肥窒素の利用率	—	62.5	63.8	44.2	—	50.0	66.3	43.3

注) 施肥窒素の利用率 = (無窒素区の吸収量を除いた窒素吸収量) / (施肥窒素量) × 100

黒ボク土区および混層土区における窒素施用量と生いものβ-アミラーゼ活性との関係を3カ年の平均で図9に示す。黒ボク土区のβ-アミラーゼ活性は、1,130～2,190units/ml、混層土区で259～1,290units/mlで、土壌別にみると、黒ボク土区が混層土区に比べて高かった。また、窒素施用量間でみると、黒ボク土区、混層土区いずれの土壌のβ-アミラーゼ活性も、窒素施用量の増加に伴い上昇した。

(4) β-アミラーゼ活性とマルトース含量との関係

生いものβ-アミラーゼ活性と蒸しいものマルトース含量の関係を図10に示す。β-アミラーゼ活性が高いほど蒸しいものマルトース含量が高くなる傾向がみられた。しかし、β-アミラーゼ活性が1,500units/ml以上での、マルトース含量の増加は小さかった。

(5) いもの窒素含有率とβ-アミラーゼ活性との関係

図11にいもの窒素含有率とβ-アミラーゼ活性との関係を示す。いもの窒素含有率とβ-アミラーゼ活性との間には高い正の相関を認めた。

(6) 土壌の可給態窒素量とβ-アミラーゼ活性との関係

可給態窒素量とβ-アミラーゼ活性との関係を図12に示す。可給態窒素量は、黒ボク土区で23.8～37.9mg/kg、

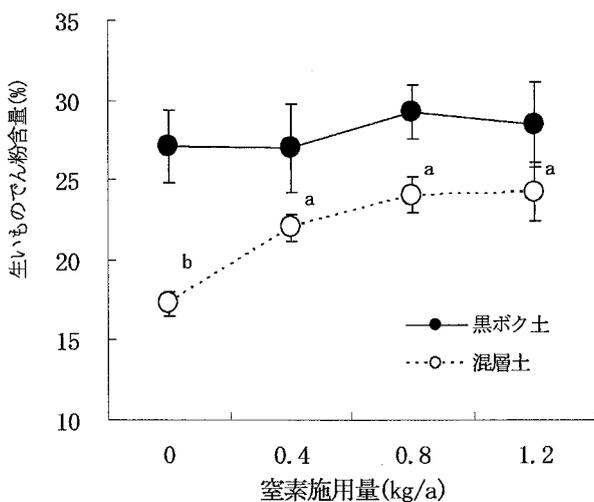


図7 窒素施用量と生いものでん粉含量(3カ年)

注1) 同一土壌内の異符号間にはTukeyの多重検定により5%の危険率で有意差有り
2) バーは標準偏差を示す

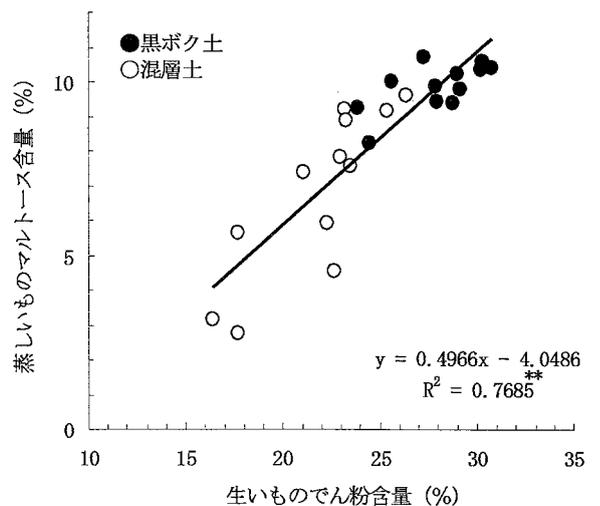


図8 生いものでん粉含量と蒸しいものマルトース含量との関係(3カ年)

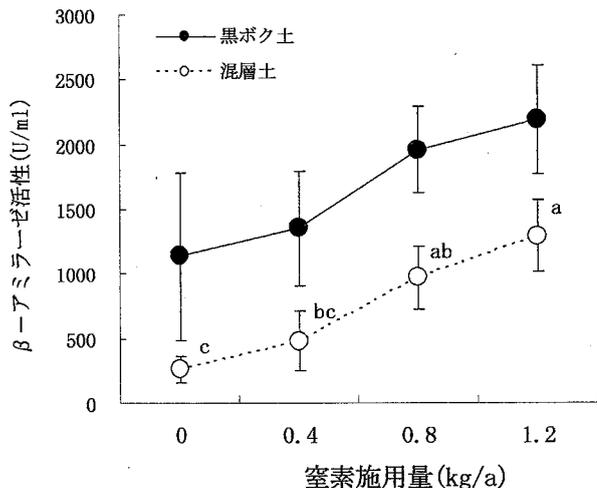


図9 窒素施用量と生いものβ-アミラーゼ活性(3カ年)
注) 同一土壌内で異符号間には Tukey の多重検定により5%の危険率で有意差有り

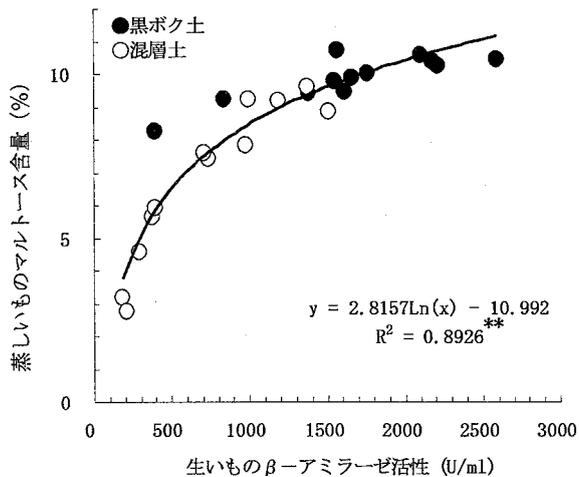


図10 生いものβ-アミラーゼ活性と蒸しいものマルトース含量との関係(3カ年)

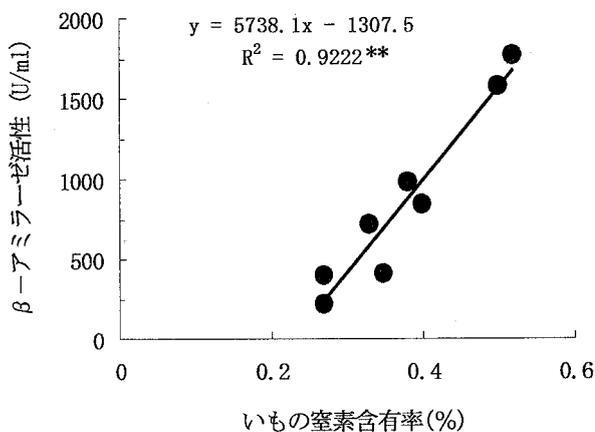


図11 いもの窒素含有率とβ-アミラーゼ活性との関係(2006年)

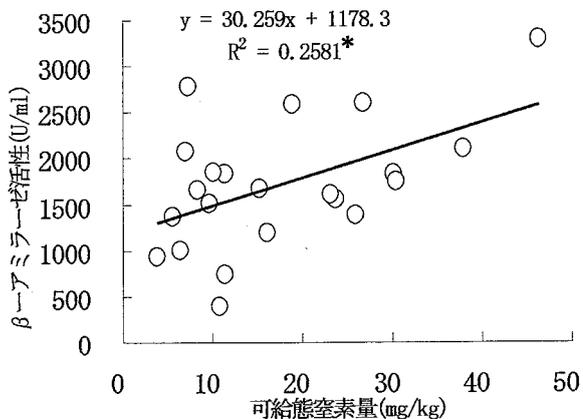


図12 土壌の可給態窒素量とβ-アミラーゼ活性との関係(2004年)

混層土区で6.40~11.5mg/kgであった。県内のサツマイモ産地の可給態窒素量は、3.88~46.3mg/kgであった。土壌の可給態窒素量が高いほ場で栽培されたサツマイモのβ-アミラーゼ活性は高い傾向がうかがえた。

考 察

1 土壌の種類および施肥量の違いがいもの内容品質および食味に及ぼす影響

(1)サツマイモの生育・収量

サツマイモのつる重は、年次変動があるものの、両土壌区とも施肥量の増加に伴い増加する傾向であった。特に、混層土区では、施肥量0.8kgまで明らかに増加した。黒ボク土区の上いも収量は、無施肥が施肥区に比べやや低収であったが、標準施肥区、2倍施肥区、3倍施肥区の上いも収量に差は認められなかった。これに対して、混層土区の上いも収量は、無施肥区から2倍施肥区まで増加したが、3倍施肥区は2倍施肥区と同等であった。

2004年から2006年の間に、混層土区の生育、収量が低下したのは、本ほ場が10年以上無作付けで、土づくりがなされておらず、サツマイモの3年連作で地力を消耗したことも一因と考える。

本試験で得られたサツマイモの収量は、2005年と2006年の混層土区は無施肥以外は、本県青果用サツマイモの平均収量⁹⁾以上で、内容成分や甘さの解析に支障はないと判断する。

生育、収量面から考えると、黒ボク土ほ場の施肥量は、これまでの標準施肥量である窒素0.4kg/a程度⁹⁾が適することが本試験でも確認された。しかし、今回の混層土ほ場では、2倍施肥の窒素0.8kg/a程度まで増肥しても

良いと判断される。

(2) サツマイモの内容成分

蒸しいものマルトース含量および全糖含量、甘味度、生いものでん粉含量は、黒ボク土区が混層土区に比べて高かったが、水分含量に関しては逆の傾向であった。施肥量間で比較すると、マルトース含量は無施肥から2倍施肥まで高くなる傾向にあった。しかし、交互作用が有意なことから、黒ボク土区と混層土区の各土壌区ごとの施肥量間で比較を行った。

その結果、混層土区においては、施肥量の増加に伴い、マルトースおよび全糖含量が増加する傾向にあった。しかし、黒ボク土区においては、施肥量の増加に伴うマルトースおよび全糖含量の増加は明らかでなかった。

小野ら¹²⁾は、淡色黒ボク土畑では、窒素を増肥すると蒸しいものブリックス、いも粉の加熱後の全糖濃度および加熱による糖増加量が高まったが、腐植質黒ボク土畑では、窒素施用量に影響されないと報告しており、これは本報と同様の結果であった。腐植質黒ボク土畑と淡色黒ボク土畑との地力差が本報の黒ボク土区と混層土区との地力差に類似していたためと推察される。

(3) 食味官能試験

サツマイモの食味、すなわちおいしさには、甘さと肉質が大きく関与している。そのうち、粉質や粘質などの肉質は人の好みで分けられると考えられ、おいしさとしての総合評価には反映されにくく、おいしさは甘さとの相関が高い¹³⁾ことが報告されている。

黒ボク土区のサツマイモの甘さは、施肥量の違いによる有意差は認められなかった。混層土区での甘さは、標準施肥区に比較し、無施肥区で劣り、3倍施肥区で優った。黒ボク土区と混層土区の甘さを同一施肥量間で比較した結果、施肥量の増加に伴い、両土壌区の甘さの差が少なくなったことから、甘さの少ない混層土区のサツマイモでも施肥量を増加することで、黒ボク土区並みのサツマイモの甘さに近づくことが示唆された。

この土壌、施肥量ごとの食味評価値は、蒸しいものマルトースおよび全糖含量のその状況と一致していた。しかし、糖含量にある程度の差がないと食味評価値に反映せず、また、マルトース、糖含量が高いレベルでは、食味評価値に差がでにくいと考えられる。

(4) サツマイモの窒素含有率

サツマイモの窒素含有率と糖含量との関係については、小野ら¹²⁾が蒸しいものブリックス値といも中の窒素含有量との間に正の相関があることを認めている。また、山川ら¹⁴⁾も12品種・系統のいも中の窒素含有量とマルトース生成量を分析した結果、窒素含有量の高い九州116号のマルトース生成量が最も高かったと報告している。

そこで、土壌別のサツマイモの窒素含有率をみると、つる、いもともに黒ボク土区が混層土区に比べて高かった。また、施肥量ごとにもみると、施肥量の増加により窒素含有率は高くなった。窒素含有率は、つる、いもともに多施肥により高くなったことに伴い、窒素の養分吸収量も同様の傾向を認めた。

黒ボク土区および混層土区における無施肥の窒素吸収量の差は、地力の高低を反映していると考えられる。いもの窒素含有率は施肥量の増加に伴い高くなり、その増加程度は混層土区では低く、黒ボク土区で高い。食味評価値については、混層土区で多施肥による食味向上効果が認められるが、黒ボク土区では明らかでないことから、地力が高い条件下では施肥による食味向上効果は現れにくいと考えられる。

生育、収量に加え、食味向上の観点から、サツマイモの適正施肥量を考えた場合も、地力の高いほ場では、施肥窒素0.4kg/a程度が適し、地力が低い土壌では、窒素0.8kg/a程度が望ましいと考えられる。

2 おいしさに及ぼす要因の解析

サツマイモの生いも中には、遊離糖としてフルクトース、グルコース、スクロースが含まれるが、加熱調理によって、 β -アミラーゼ酵素がでん粉を分解してマルトースを生成するため、蒸しいもや焼きいもには4種類の糖が含まれる¹⁵⁾。フルクトースとグルコース含有量は少量で、食味にそれほど影響はないと考えられ、加熱調理後の甘さはスクロースとマルトース含有量でほとんどが決定される¹⁶⁾。

下園ら¹⁴⁾は、‘高系14号’のスクロースは180日間の貯蔵で、貯蔵開始時より2.20%増加したが、マルトースは減少傾向がみられたと報告している。

これらのことから、いもの食味と施肥や土壌条件との関係を解析するには、収穫直後のいもが妥当と考え、甘さを決定する主要成分であるスクロースとマルトースのうち、加熱調理で増加するマルトースについて検討した。すなわち、甘さを向上させるためには、蒸しいものマルトース含量を増加させる必要がある。マルトース含量を増加させるためには、マルトースの素となるでん粉を増やすことと、マルトースを生成する β -アミラーゼ活性

a 小川 仁・梯 美仁 2003. 高品質・良食味サツマイモ新品種の開発と省力・安定生産技術の確立、近畿中国四国農業試験研究成績・計画概要集

を高めることができれば良いことになる。

(1) 窒素施用量と生いものでん粉含量との関係

黒ボク土区と混層土区において、施肥量の増加に対する生いものでん粉含量の変化が異なったのは、施肥量の増加により黒ボク土区に比べて混層土区のサツマイモの生育が良くなり、でん粉が蓄積されたことによると考えられる。

(2) 生いものでん粉含量とマルトース含量との関係

生いものでん粉含量が増加すると蒸しいものマルトース含量が増加した。図8において、黒ボク土区は上位座標にプロットされているが、混層土区のなかでも黒ボク土群と同レベルにプロットされたものは、施肥量の増加によりでん粉含量が増加したものである。このことから、特に混層土区では、施肥量の増加によって、いものでん粉含量が増加し、マルトース含量が高くなっている。

(3) 窒素施用量と生いものβ-アミラーゼ活性との関係

β-アミラーゼ活性は、黒ボク土区が混層土区より高かった。また、窒素施用量間でみると、黒ボク土区、混層土区いずれの土壌でも、β-アミラーゼ活性は窒素施用量の増加に伴い、3倍施肥まで上昇した。犬飼ら³⁾は窒素増肥区で栽培したいものβ-アミラーゼ活性は標準区に比べて高かったと報告しており、本試験でも同様の結果を得た。

(4) β-アミラーゼ活性とマルトース含量との関係

β-アミラーゼ活性が高くなると蒸しいものマルトース含量が高くなるが、β-アミラーゼ活性がある程度以上になると、マルトース含量への影響は少なくなると考えられる。

図9に示すように、混層土区では、β-アミラーゼ活性が1,000~1,500units/mlに達するためには2~3倍の施肥をする必要がある。そのため、混層土区での施肥量の増加はβ-アミラーゼ活性を上昇させ、マルトース含量が増大することにより、甘さが増大し、その結果、食味を向上させることになる。しかし、黒ボク土区では、標準施肥でβ-アミラーゼ活性が1,500units/ml付近まで達しているため、これ以上の増肥により、β-アミラーゼ活性を上昇させても、マルトース含量の増加が少なく、このことから、食味向上効果が明らかでなかったと考える。

(5) いもの窒素含有率とβ-アミラーゼ活性との関係

いもの窒素含有率や窒素吸収量が高いことは、いも体内の蛋白含量が多いことであることから、β-アミラーゼ酵素の活性が高いと推察される。その結果、マルトース含量が増加し、食味評価が高まると考えられる。

いもの外観品質向上には、赤ホヤや砂の客土が有効¹⁷⁾

であるが、梯ら⁹⁾は窒素成分の少ない土壌の客土がいものβ-アミラーゼ活性を低下させ、糖度を低下させる可能性を指摘している。一方、客土により土壌水分が低下することにより、いもの水分も低下し、相対的にでん粉含量が増加し、その結果、糖含量が増加することも考えられる。これらのことから、食味を向上させるための客土にあたっては、施肥量を増やすなどの管理も必要であるといえる。

(6) 土壌の可給態窒素量とβ-アミラーゼ活性との関係

土壌の可給態窒素量が高いとサツマイモのβ-アミラーゼ活性が高い傾向にあったことは、窒素施用量だけでなく、土壌の地力もサツマイモの食味評価に関与していると示唆される。小野ら¹²⁾は、サツマイモの安定収量を確保し甘味を高めるために、可給態窒素量の違いで施肥量を決定する必要性を述べている。

適正に管理された地力の高いほ場では、いものβ-アミラーゼ活性が高く、増肥による食味向上は難しいと考えられる。食味向上のための増肥は、ほ場の可給態窒素量など、地力の状況を把握して行う必要があると考える。

サツマイモの食味向上のためには、多施肥が有効であったが、土壌の種類、前作の影響、窒素養分の土壌残存状況などを考慮して施肥量を決定する必要がある。近年、新規参入で企業などが耕作放棄地に新たにサツマイモを栽培しているが、このような畑では特に地力が低く、サツマイモの食味低下が懸念されるので、地力を高める(窒素)施肥管理が有効であると考えられる。また、安定的に収量を確保し、おいしいサツマイモを生産するためには、堆肥投入などの基本的な土づくりが重要であることは無論である。

謝 辞

本研究の遂行に当たり、生産地からの試料提供並びに調査にご協力をいただいた生産農家および関係機関の担当職員の皆様、作物体および土壌分析において、ご協力とご助言をいただいた大隅支場環境研究室職員各位および生産環境部土壌環境研究室職員各位、栽培、調査ならびに分析に係わり、多くのご助言をいただいた大隅支場園芸作物研究室職員各位に、心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 福井作蔵 1990. 還元糖の定量法 第2版 学会出版センター, 東京. 23-24
- 2) 長谷川浩・八尋 健 1957. 高地温が甘藷の生育に及ぼす影響, 日作紀26:37-39
- 3) 犬飼義明・福井 睦・芝山秀次郎・有馬 進・光富

- 勝 2002. 栽培法の相違がカンショ塊根中の遊離糖含量に及ぼす影響, 日作九支報68:82-84
- 4) 鹿児島県農政部 2003. 土壌改良及び施肥改善指針五訂版 13
- 5) 鹿児島県農政部 2008. かごしまの農業 27
- 6) 梯 美仁・小川 仁 2006. 砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響, 徳島農研報3: 1-11
- 7) 桐淵嘉子・久保田紀久枝 1976. 甘藷の加熱調理に関する研究 第1報 生成糖と β -アミラーゼ活性, 家政誌27: 418-422
- 8) 水野直治・南 松雄 1980. 硫酸-過酸化水素による農作物中N, K, Mg, Ca, Fe, Mn定量のための迅速処理法, 土肥誌51: 418-420
- 9) Morita, Y., S. Aibara, H. Yamashita, F. Yagi, T. Suganuma and H. Hiromi 1975. Crystallization and Preliminary X-ray Investigation of Soybean β -Amylase J. Biochem., 77, 343-351
- 10) 農林水産省生産局生産流通振興課 2009. いも・でん粉に関する資料 4
- 11) 小川 仁・梯 美仁・井上光弘・田邊賢二・尾谷浩 2006. 砂地畑における土壌水分の推移がサツマイモの収量および品質に及ぼす影響, 徳島農研報3: 13-19
- 12) 小野 忠・矢野輝人 1995. 黒ボク土畑土壌での青果用カンショの品質変動と要因解析, 大分農技センター研報25: 77-94
- 13) 小柳敦史・中谷 誠・渡辺 泰 1987. サツマイモ塊根裂開症の発生要因に関する研究, 日作紀56: 190-197
- 14) 下園英俊・下菌かおり・東 孝行・馬場 透・田之上隼雄 1993. 加工用サツマイモの成分変化と調理黒変に及ぼす貯蔵の影響, 鹿児島農試研報22: 113-120
- 15) 高畑康浩 1995. カンショ主要品質成分の品種間差異 遊離糖とカロテノイドについて, 平成6年度九州農試年報 36-39
- 16) 武田英之・猪野 誠・安藤光一 1984. 食用カンショ生産技術の現状と改善法(3) 農及園59: 933-937
- 17) 脇門英美・上村幸廣・鳩野哲也 1992. 土壌の違いがカンショの品質に及ぼす影響, 鹿児島農試研報20: 11-18
- 18) 山川 理・日高 操・熊谷 亨 1994. かんしょ塊根内の澱粉分解酵素活性における品種間差異, 九農研55: 37

Analysis of Factors and Improvement of Taste of Sweet Potato Benisatsuma

Takashi Kume, Ken-ichiro Ikeda, Tetsuji Matsuzaki and Shinya Kashiwagi

Summary

In recent years, the consumer expects tasty of sweet-potato as well as quality of appearance. Therefore, we analyzed factors related in sweetness of sweet potato by analysis components of these and the influence of fertilizer application. From these reasons, we considered sweetness is one of the most important factors that determine palatability of sweet potato.

Results obtained were summarized as follows:

β -amylase activity of fresh roots was heightened by increase of fertilizer application, and maltose contents in steamed roots were increased, as a result, taste of sweet potato was improved. In addition, maltose contents in steamed roots was increased as increase of starch contents in fresh roots.

It was different on β -amylase activity by cultivation conditions such as the variety of the soil under the condition of the same fertilizer applied level. In the field with the high productivity, the effect of increase of fertilizer application for improvement of taste was not clear. However, in the field with the low productivity, the starch contents was increased by the 2 times compared with standard rate of fertilizer application, β -amylase activity was heightened, and taste of sweet potato was improved.

Keywords: β -amylase activity, Fertilizer application, Maltose, Starch contents, Sweetness