

エダマメのハウス半促成栽培における子実の 全糖および遊離アミノ酸含量

～ 気温および日照・日射条件の影響 ～

野 口 貴

キーワード：エダマメ，気温，日照時間，糖，遊離アミノ酸

緒 言

東京都のエダマメ栽培では、主にハウス半促成栽培，トンネル早熟栽培，普通栽培が行われ，年間1,500t 収穫されている（東京都農林統計協会，2003）。このなかで，ハウス半促成栽培は，流通量が少なく単価の高い5月から6月上旬に出荷できることから，経営的に有利な作型と考えられる。一方，その食味については評価が様々で，定まっていない。

エダマメの食味成分である糖や遊離アミノ酸は，収穫後，常温下に放置すると速やかに減少してしまうことから，その防止対策として，予冷，出荷調整，出荷包装などの方法が検討されている（秋元・黒田，1981；千葉・八重樫，1988；岩田・白幡，1979；岩田ら，1982；前澤・秋元，1996；増田ら，1988；松井ら，1980；松浦，1997；生野，1987）。市場出荷では，収穫から消費者に届くまでかなりの時間を要するため，食味成分の減少を防止することが重要な課題となっている。一方，直売や差別化を意識した販売形態では，収穫時の食味成分の含有量を高めることがより有効と考えられる。しかし，その成分量を，栽培面から高めようとした事例は少なく，追肥の効果（小野，2000；田崎，2003）が報告されている程度である。また，栽培環境と食味成分の関係については，糖含量と収穫前の日照時間の関係（千葉ら，1989），糖および遊離アミノ酸含量と生育量との関係（赤澤・福嶋，1991；大海，2002），ダイズにおいては，炭水化物・タンパク質の消長と温度・肥料条件（昆野，1976），ショ糖蓄積量と栽培年次との関係（平ら，1990）が報告されている。しかし，複数の環境要因が互いに作用しあい，どのように成分含量に影響を及ぼしているのかについては不明な

点が多い。

以上の状況を踏まえ，本研究では，ハウス半促成栽培における日照・日射条件と気温変化の關係に配慮しながら，これらの気象要因がエダマメの全糖・遊離アミノ酸含量の変化にどのような影響を及ぼしているのかについて検討し，収穫期における栽培管理方法について考察した。

材料および方法

試験は，まず，収穫期の夜間気温（夜温）を人為的に低くした場合および収穫直前の日照・日射条件が異なる場合の食味成分の含有量を検討した。次に，5月下旬～6月上旬収穫のハウス半促成栽培において，食味成分含量と種々の気象要因との相関関係を分析した。さらに，16品種を用いて，ハウス半促成栽培（5月下旬収穫）とトンネル栽培（6月中旬収穫）とを対比しながら，収量性と成分含量との関係を検討した。

1. 低夜温および収穫前日の日照・日射条件の影響 （試験1）

2001年3月8日に，品種‘サッポロミドリ’および‘美瑛’を144穴のセルトレイに播種し，温床育苗後，3月23日にガラスハウス内に定植した。施肥量は，三要素成分量（N，P₂O₅，K₂O，以下同）でそれぞれ0.5，0.75，0.5kg/aとした。収穫適期の数日前にあたる5月17日から，冷房機を用いて，夜温が対照区より4～5℃低い低夜温区を設定した。収穫は，5月21日および24日の午前9時とし，採取したエダマメ子実の全糖および遊離アミノ酸含量を測定した。

2. ハウス半促成栽培における全糖・遊離アミノ酸含量の変動とその気象要因 (試験2)

品種‘サッポロミドリ、美瑛’を2002年3月1日、4日、6日、8日、11日、13日および15日に、それぞれ200穴セルトレイに播種した。温床で14日間育苗した後、農業用ポリオレフィン系フィルム‘クリンテート’を展張被覆したパイプハウス内に順次定植した。栽植距離は、条間20cm、株間20cmの6条植え、施肥は三要素成分量で各0.6、0.9、0.6kg/aとした。その他の栽培方法は、慣行に準じたが、開花後の土壌水分量はpF1.9~2.2を目標に管理した。収穫は‘サッポロミドリ’で播種後84~86日、‘美瑛’で同83~85日に行い、子実の全糖および遊離アミノ酸含量と気温、日照時間・日射量等の気象要因との関係を分析した。

3. ハウス半促成栽培およびトンネル早熟栽培における収量性と成分含量の関係 (試験3)

ハウス半促成栽培として、2002年3月6日に、早生系エダマメ16品種を200穴セルトレイに播種し、3月18日にガラスハウス内に定植した。栽植密度は条間20cm、株間20cmの4条植えとした。肥料は堆肥100kg/aおよび化成肥料(三要素成分量で各0.6、0.9、0.6kg/a)を元肥で施用した。収穫は5月27日午前9時に行い、一部を直ちに成分分析用に供して収穫時の含有量を定量したほか、農家の出荷手順に準じて結束調製および水洗処理を行い、結束したまま午後2時から2日間5℃で保冷した後に分析に用いた。

トンネル早熟栽培は、2002年3月27日に、同上の16品種を200穴セルトレイに播種し、4月8日に圃場へ定植した。栽植密度は条間45cm、株間15cmの2条植えとし、黒マルチ9215を用いた。肥料は堆肥200kgおよび化成肥料を三要素成分量で各0.8、1.2、0.8kg/a施用した。定植後は‘タフベル3000N’で5月までトンネル被覆した。収穫は6月18日午前11時に行い、結束調製と水洗処理を行った後、そのまま午後2時から2日間5℃で保冷し、成分分析に供した。

4. サンプルングおよび全糖・遊離アミノ酸含量の測定 (共通)

サンプルングは、主茎の最上位節に着生した3粒莢のみとし、いずれの試験でも各区10~12株を用いた。全糖および遊離アミノ酸含量の測定は、岩田・白幡(1979)、元村(1990)の方法を参考とし、次のように行った。すなわち、採取した3粒莢の最先端にある子実を供試し、80%エタノール(終濃度)中で磨砕後、遠心法により上清を採取した。全糖の分析は、2,000倍希釈液(W/V、終濃度)を用い、アンスロン試薬で呈色させた反応液について、620nmの吸光度を測定し、検量線に基づいてショ糖換算値として表した。遊離アミノ酸含量は、ニンヒドリン試薬を用い、50倍希釈液(W/V、終濃度)の570nmの吸光度として表した。

5. 栽培地および日照時間、日射量の測定

いずれの栽培試験も、東京都農業試験場江戸川分場(東京都江戸川区鹿骨)の試験圃場で行い、日照時間および日射量の測定は、同施設の自動気象観測装置を利用した。

結 果

1. 試験1

供試したエダマメの開花始期は、‘サッポロミドリ、美瑛’ともに4月20日、収穫適期は、‘サッポロミドリ’で5月21~25日、‘美瑛’で5月20~24日であった。

5月17日からの夜間冷房処理によって、低夜温区の夜温は6.2~11.2℃となり、対照区に対し平均で9.3℃低く推移した(図1)。また、同区の平均気温は、17.9℃で、対照区に対し4.1℃低くなった。一方、最初の収穫日(5月21日)の前日および2日前の日照時間はそれぞれ11.0、9.4時間、日射量はそれぞれ27.5、28.1MJ/m²でいずれも多く、2回目の収穫日(5月24日)の前日および2日前の日照時間はそれぞれ1.1、3.3時間、日射量はそれぞれ5.2、7.7MJ/m²でいずれも少なかった(図1)。

全糖含量は、‘サッポロミドリ、美瑛’ともに、対照区よりも低夜温区で多く、その差は‘サッポロミドリ’で子実100gあたり1.4~1.6g、‘美瑛’で同1.1~1.9gであった(図2)。一方、収穫日による影響については、寡日照・低日射後の5月24日収穫

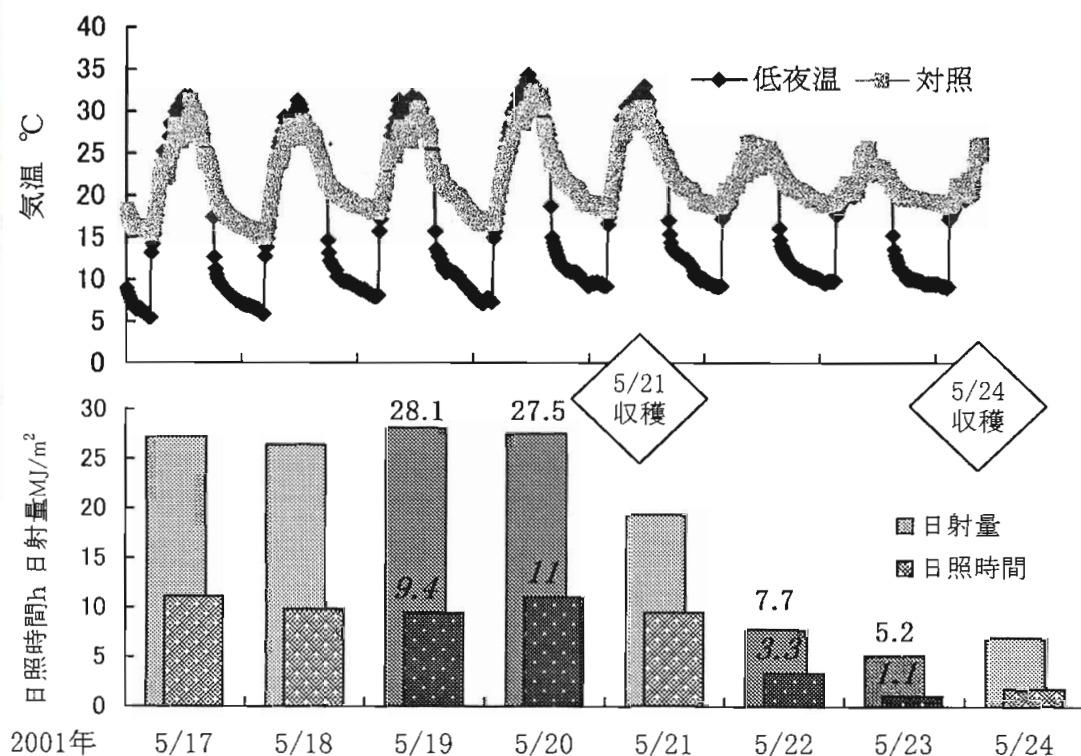


図1 収穫期の日照時間、日射量および気温の推移（ハウス栽培）

よりも5月21日収穫で多く、‘サッポロミドリ’で1.7~1.9g/100g、‘美瑛’で1.1~2.0g/100gの差が認められた（図2）。5月21日収穫の低夜温区における両品種の全糖含量は、5月24日収穫の対照区のそれと比べて2倍以上多かった。

遊離アミノ酸含量も、全糖含量と同様に、低夜温区および5月21日の収穫において多くなった（図3）。なお、遊離アミノ酸含量の処理区間の差は、全糖のそれよりも大きい傾向があった。

以上から、子実の全糖および遊離アミノ酸の含有量は、収穫前の低夜温処理および長日照・高日射後の収穫で高まる結果が得られた。

2. 試験2

3月1~15日に播種したエダマメの開花始期は、4月16日~28日であった（図4）。この時期の最低気温は、4月27~29日に6℃程度まで低下したほかは、ほぼ10℃以上となり、いずれも着莢は良好で播種日による差は認められなかった。

収穫期にあたる5月23日~6月8日の日照時間は8時間以上、日射量は20MJ/m²以上になる日が多く、5月の平均を上まわった。一方、ハウス内平均気温は、約20℃から25℃へと徐々に上昇してい

た（図5）。これに対し、子実の全糖含量は、およそ5.0から3.5g/100gへと、両品種とも日ごとに漸減し、遊離アミノ酸含量も変動を伴いながら減少する傾向となった（図5）。

気温、日照・日射条件等の気象条件と全糖および遊離アミノ酸含量との相関関係を分析した（表1）。全糖含量は、収穫の前日~3日前の平均気温と密接な負の相関があり、‘美瑛’では、前日の最高気温や日照時間とも負の相関が認められた。また、最低気温、気温日較差および日射量とは、負の関係にあったが、有意ではなかった。遊離アミノ酸含量は、収穫2日前の平均気温と負の相関があり、‘美瑛’では前日の最低気温との間に負の相関関係が認められた。なお、収穫前日の最高気温および平均気温は、収穫前日の日照時間および日射量と高い正の相関関係があった。

さらに、収穫前の2日間（48時間）の平均気温と全糖・遊離アミノ酸含量との関係を図6および図7に示した。‘美瑛’は、気温の変化に極めて敏感に反応し、平均気温が4℃上昇することにより、全糖含量は1.1g/100g減少し、遊離アミノ酸含量は半減した。‘サッポロミドリ’の全糖含量も同様に0.9g/100g減少した。

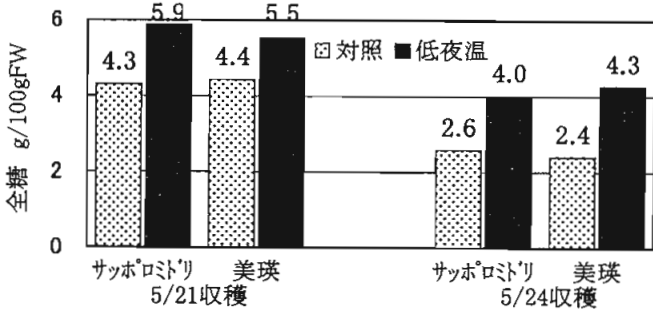


図2 低夜温処理および収穫日とエダマメの全糖含量

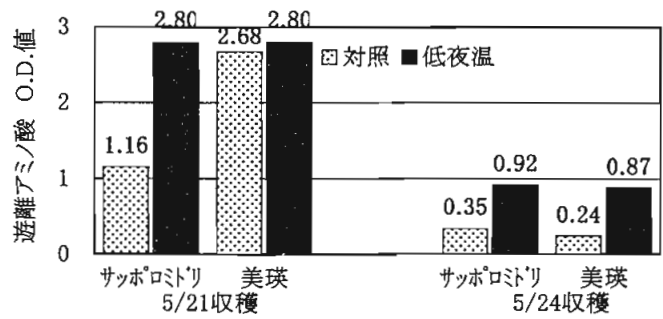


図3 低夜温処理および収穫日とエダマメの遊離アミノ酸含量

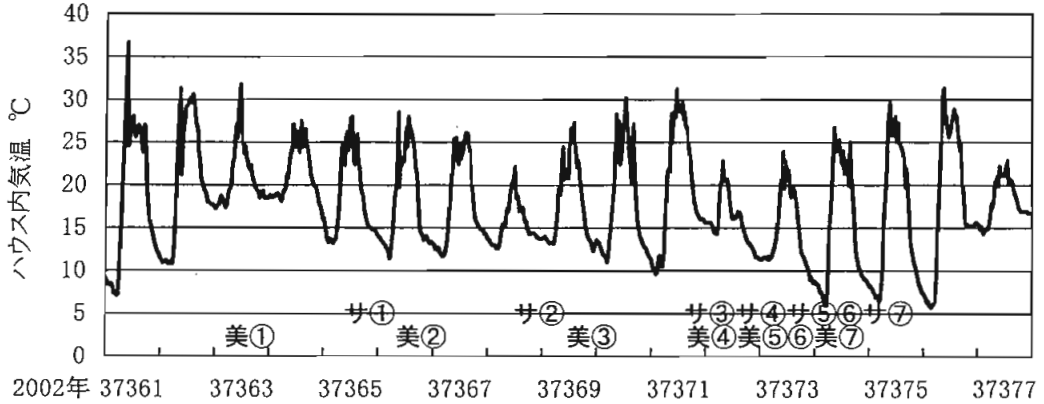


図4 開花期のハウス内気温の推移と播種日毎の開花開始日

日中の「サ」「美」はそれぞれ「サッポロミドリ」「美瑛」. ①～⑦は播種日で、①～⑦の順に、3月1, 4, 6, 8, 11, 13, 15日に播種

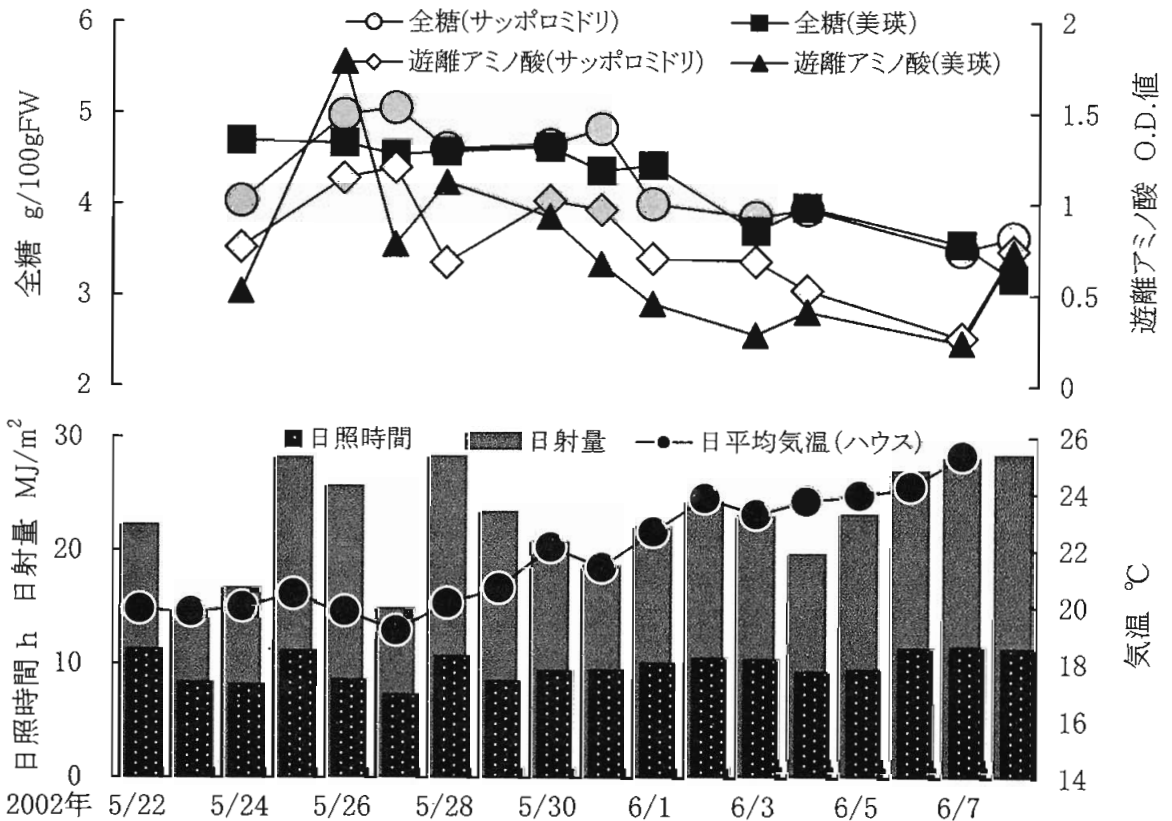


図5 収穫期の日照時間・日射量およびハウス内気温とエダマメの全糖・遊離アミノ酸含量

表1 ハウス半促成栽培における気温、日照・日射条件と全糖・遊離アミノ酸含量との相関関係

	全糖 (美瑛)	遊離アミノ酸 (サッポロミドリ)	遊離アミノ酸 (美瑛)	最高気温 収穫前日 ^{a)}	最低気温 収穫前日 ^{a)}	気温日較差 収穫前日 ^{a)}	平均気温			日射量		日照時間	
							収穫前日 ^{a)}	収穫2日前 ^{a)}	収穫3日前 ^{a)}	収穫前日	収穫2日前	収穫前日	収穫2日前
全糖 (サッポロミドリ)	0.766**	0.861***	0.710*	-0.493	-0.487	-0.124	-0.553	-0.828**	-0.619*	-0.066	0.034	-0.499	-0.339
全糖 (美瑛)	1.000	0.595	0.506	-0.912***	-0.561	-0.501	-0.807**	-0.815**	-0.722*	-0.528	-0.157	-0.723*	-0.269
遊離アミノ酸 (サッポロミドリ)		1.000	0.657*	-0.360	-0.290	-0.143	-0.415	-0.709*	-0.581	0.124	0.059	-0.304	-0.007
遊離アミノ酸 (美瑛)			1.000	-0.257	-0.716*	0.305	-0.549	-0.784**	-0.311	0.139	-0.232	-0.115	-0.424
最高気温 収穫前日 ^{a)}				1.000	0.435	0.693*	0.819**	0.585	0.579	0.747**	0.223	0.755**	0.210
最低気温 収穫前日 ^{a)}					1.000	-0.347	0.691*	0.720*	0.435	0.061	0.348	0.240	0.393
気温日較差 収穫前日 ^{a)}						1.000	0.300	0.032	0.255	0.729*	-0.046	0.594	-0.096
平均気温 収穫前日 ^{a)}							1.000	0.691*	0.520	0.606*	0.014	0.760**	0.145
日射量 収穫前日										1.000	-0.003	0.782**	0.100
日照時間 収穫前日												1.000	-0.031

a) 温度の算出範囲は、午前7時を基準時刻とした。「収穫前日の平均気温」とは、前日の午前7時から当日の午前7時までの24時間の平均気温を表す。各数値に記した*, **, ***はそれぞれ, 5, 1, 0.1%水準で有意であることを示す。

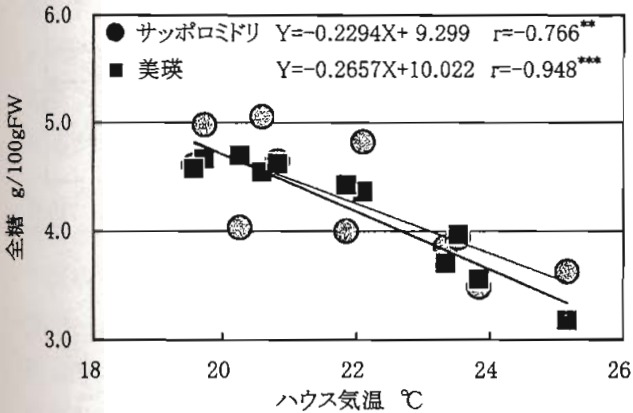


図6 収穫前2日前 a) のハウス内平均気温と全糖含量の関係

a) 収穫2~50時間前までの48時間
図中の**, ***はそれぞれ1, 0.1%水準で有意であることを示す

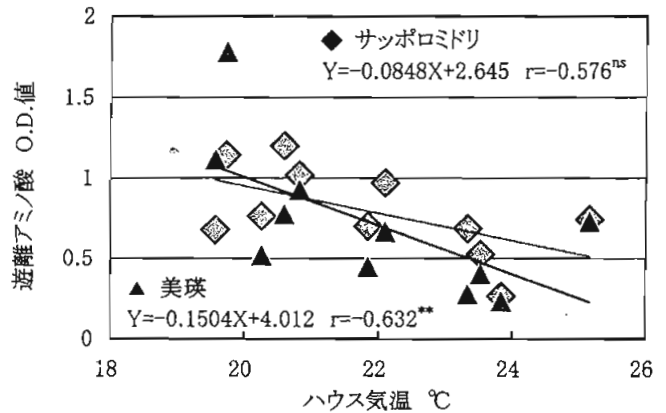


図7 収穫前2日前 a) のハウス内平均気温と遊離アミノ酸含量の関係

a) 収穫2~50時間前までの48時間
図中の*, ns はそれぞれ5%水準で有意および有意でないことを示す

以上から、本試験によって収穫後の全糖や遊離アミノ酸含量は、収穫前の気温と負の相関があり、低温期にはその蓄積量が多く、気温の上昇に伴い減少することが示された。一方、日照時間、日射量については、その増加によって気温が上昇する場合には、成分量の減少に作用する可能性が認められた。

3. 試験3

各作型での収穫期は、ハウス半促成栽培で5月26日(播種後81日)前後、トンネル早熟栽培で6月18日(播種後83日)前後であった。

ハウス半促成栽培では、収穫前日の日照時間と日射量は、それぞれ8.5時間、25.6MJ/m²、前々日でそれぞれ11.1時間、28.1MJ/m²と多く、平均気温は

19.7~20.7°Cであった(図8)。一方、トンネル早熟栽培の収穫前日の日照・日射条件は、7.3時間、13.0MJ/m²、前々日で4.5時間、9.0MJ/m²であり、ともに少なかったが、平均気温は22.7~21.7°Cで、ハウス半促成栽培のそれに対して2°C高かった。

ハウス半促成栽培における全糖含量と株重との関係を見ると、収穫の当日および2日後のいずれの場合も有意な正の相関が認められた(図9)。これに対し、トンネル早熟栽培における全糖含量と株重の間には相関が認められなかった(図10)。

一方、遊離アミノ酸含量と株重との間には、いずれの作型においても有意な関係は認められなかった(図11, 12)。

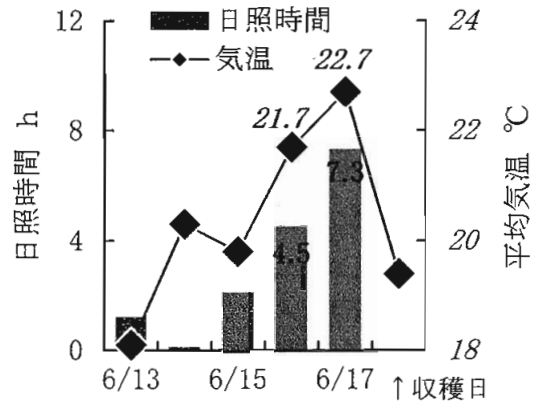
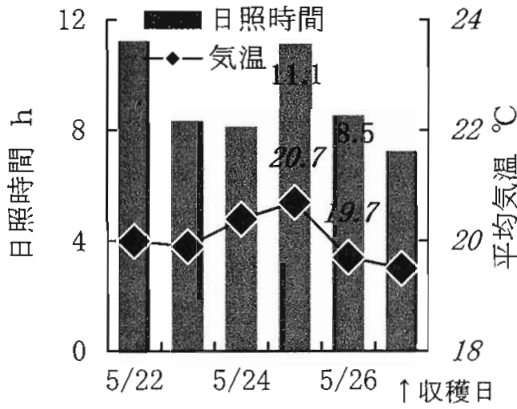


図8 エダメ収穫期の日照時間と平均気温。

収穫日はハウス半促成栽培で5月27日、トンネル栽培で6月18日。

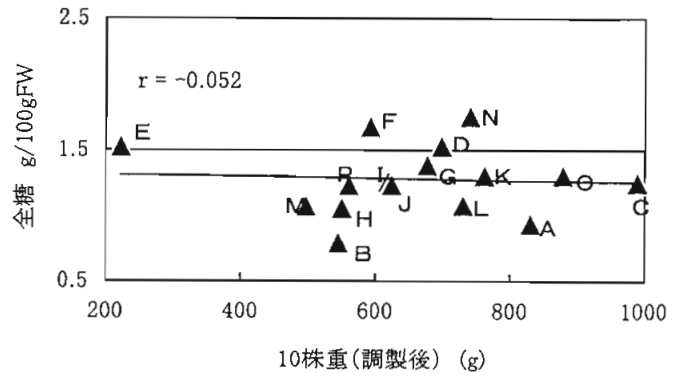
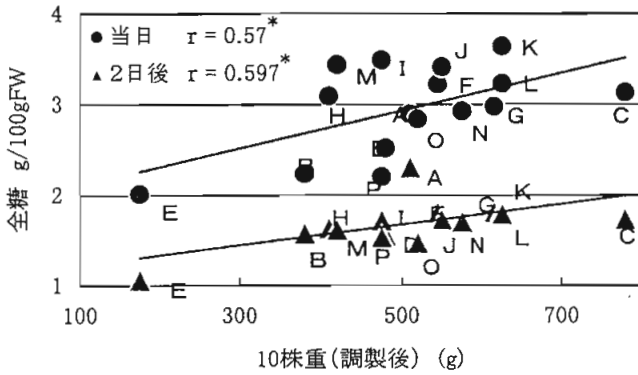


図9 ハウス半促成栽培における株重と全糖含量の関係

図10 トンネル早熟栽培における株重と全糖含量の関係

横軸は結束調製後の10株重。成分の定量は収穫直後および収穫後2日間保冷した後の2回実施。品種名、A:MS A585, B:MS A586, C:栄錦, D:きたこまち, E:北の初恋, F:グランプリ, G:サッポロミドリ, H:サヤコマチ, I:大雪みどり, J:夏乙女, K:夏の語らい, L:ピックスリー, N:宝石, O:三保の華, P:緑源。相関係数に記した*は、5%水準で有意であることを示す。

全糖含量は結束調製し2日間保冷した後に分析。図中のA~Pは図9と同様。

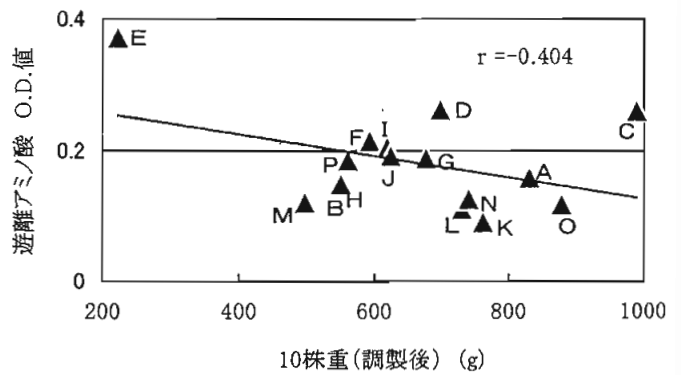
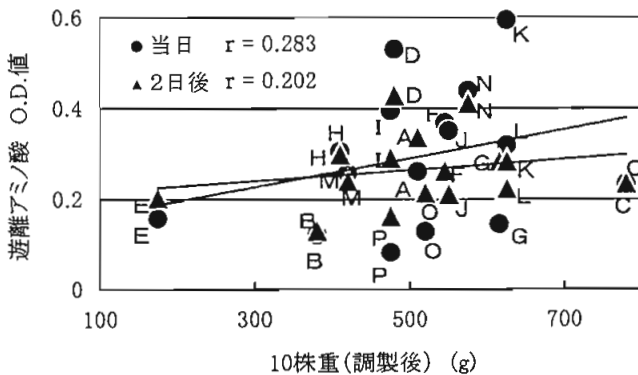


図11 ハウス半促成栽培における株重と遊離アミノ酸含量の関係

図12 トンネル早熟栽培における株重と遊離アミノ酸含量の関係

図中のA~Pの品種名は図9と同様。

図中のA~Pの品種名は図9と同様。

考 察

1. 全糖および遊離アミノ酸含量と温度条件との関係

ダイズの炭水化物は、低温によって他への利用が抑えられ、高い含有率で経過することが知られ（昆野, 1976）、夜冷区で子実の充実が良好であること（竹島, 1952）、昼温 25~30°C で日較差 10°C 程度が種子生産上良好であること（佐藤・池田, 1979）が報告されている。本研究の試験 1 では、収穫前の低夜温処理によって、子実の全糖および遊離アミノ酸含量の増加が認められた。一方、試験 2 では、収穫前の平均気温が低い場合に、また‘美瑛’では収穫前日の最高気温が低い場合にもこれら含有量の高まることが示されたが、最低気温や気温日較差の影響は判然としなかった。以上の事項を総合すると、人為的な低夜温や温度較差の処理は、全糖および遊離アミノ酸を子実に蓄積させ、その含有量を増加させるが、実際の栽培では、夜温だけでなく昼温が大きく影響し、それらの温度が高い場合には、その含有量が減少すると考えられる。

試験 2 では、全糖含量と収穫前の平均気温との関係が一次式で説明され、平均気温が 4°C 下がることにより、全糖含量は‘サッポロミドリ、美瑛’でそれぞれ 0.9, 1.1g/100g 多くなることが示された（図 6）。このような関係がどの範囲まで及ぶかは興味深い。試験 1 の 5 月 21 日収穫・低夜温区（平均気温 17.9°C）で、全糖含量が‘サッポロミドリ、美瑛’で 5.9g, 5.5g/100g となり、推定値（それぞれ、5.2, 5.3g/100g）に近いことから、少なくとも平均気温 18°C 程度までは、気温の低下に伴い、糖の蓄積量が増すものと考えられる。ダイズの光合成適温は 26°C で、15~30°C の範囲での光合成の変動は小さいとされることから（福井ら, 1965）、このような子実の全糖含量と収穫 1~3 日前の平均気温との相関関係が成立する低温限界は、さらに下方となる可能性がある。

なお、食味成分の含有量は、収穫前日の平均気温よりも収穫 2 日前のそれとより密接な関係にあった。このように、気温の影響が 1 日遅れて強く現れた点については、各成分の代謝や転流を踏まえた検討が必要である。

2. 全糖および遊離アミノ酸含量と日照・日射条件との関係

エダマメの糖含量は、収穫直前（1~2 日）の日照時間に敏感に反応し日照時間が少ないと急激に低下するが日照の確保とともに速やかに回復するとされる（千葉ら, 1989）。一方、ダイズでは低温寡照の天候となった栽培年次にショ糖が多く蓄積したことが報告されている（平ら, 1990）。本試験でも、このような一見相対した結果が得られた。すなわち、試験 1 において、全糖・遊離アミノ酸含量は 5 月 21 日収穫で多く、5 月 24 日収穫で少なかった。いずれの収穫日も子実の肥大に大差がなく収穫に適した範囲内であり、その他の栽培条件は同一であることから、収穫前の日照・日射条件の増減に対応して食味成分含量が増減すると判断された。一方、試験 2 においては、日照時間や日射量の増加に伴う全糖および遊離アミノ酸含量の増加は認められず、むしろ、‘美瑛’の全糖含量は、前日の日照時間の増加に反比例して減少した。こうした現象については次のように説明できよう。すなわち、試験 1 における寡日照（1.1~3.3 時間）および低日射（5.2~7.7MJ/m²）は、物質生成のための条件としては極めて不十分であり、全糖および遊離アミノ酸の含量低下を招いた。一方、試験 2 においては、8 時間以上の日照時間および 20MJ/m² 以上の日射量は、十分に必要量を満たし、逆に、日照時間・日射量の増加に伴うハウス内の昇温が全糖含量の減少をもたらした。したがって、日照時間や日射量の増加により、子実の全糖および遊離アミノ酸の生成量は増加するが、同時にハウス内の気温が上昇するため、必要量以上の日照時間および日射量は、結果として含有量の減少につながると考えられる。

なお、どの程度の日照・日射があれば良いか、すなわち全糖および遊離アミノ酸の生成に必要な十分な日照時間および日射量については、さらに検討の余地がある。また、ハウス栽培においては、日照・日射条件以外の光条件、例えばフィルム等で覆われることによる散乱光の増加についても配慮することが必要である。散乱光が増加することによって、群落内部に光が届き、ダイズで光合成量の高まること（玖村, 1968）、特に、中位および下位節の光合成速度が増すこと（佐川, 1998）が報告されているからで

ある。さらに、本研究では主茎最上位節の3粒莢を分析したが、ダイズでは、主茎上位節と主茎中位節で一つの、主茎下位節と分枝とでもう一つの、計2つの主要なソース・シンク単位が形成されることから(国分, 1998, 2003)、光条件によって、これら単位間における成分含量の増減反応が異なることも予想される。したがって、今後の検討にあたっては、被覆資材の透光性や散光性、栽植密度等を考慮しつつ、中・下位節および分枝に着莢した子実についても検討することが必要であろう。

3. 収量性と全糖含量の関係に及ぼす温度の影響

大海(2002)は、エダマメ(黒豆)の栽培時期と収量および食味成分との関係を検討し、5、6月播種の糖含量が4月播種の場合よりも劣った原因として、シンクとソースの割合の変化、すなわち栄養生長量(茎葉重)の小さいことを挙げている。作物の収量は、光合成器官(ソース)で同化された光合成産物とその受容器官(シンク)に蓄積された量によって決定される(国分, 2003)。しかし、エダマメ(ダイズ)の糖は、貯蔵物質以前の過渡的な生成物であり、容易に代謝に利用されるので、その含有量をシンクとソースの関係で説明するためには、代謝環境の検討が必要と考えられる。

本研究では、全糖の含有量を品種の同化能力と気温の関係で捉え、収量性と全糖含量の関係を試験3で検討した。すなわち、株重の多い品種は、同化能力が高く、糖の生成量が多いと考えられるが、6月収穫(トンネル早熟)のように生育に適した温度条件では、容易に代謝に利用され、生成量がそのまま蓄積量とはならない。一方、5月収穫(ハウス半促成)のような低温条件では糖の代謝が抑制されることにより、子実に(あるいは茎葉や莢にも)蓄積し、同化能力の差が糖含量の差として現れるものと推察される。

以上のことから、収穫期の気温が比較的低いハウス半促成栽培などの作型では、収量性の高い品種ほど、全糖含量の増加する傾向があると考えられ、収量性は、食味の良い品種選定の一指標として利用できる可能性がある。なお、遊離アミノ酸含量と収量性との関係については判然としなかったが、栽培時期を広げた検討の中で明らかにされることを期待

する。

4. ハウス半促成栽培における栽培管理

エダマメ子実の全糖および遊離アミノ酸含量は収穫前の気温の影響を強く受け、気温の上昇に伴い減少することが明らかになった。このため、低温期に収穫できるハウス半促成栽培は、食味の面で優位性があると考えられる。実際の栽培では、着莢や子実の肥大を促進するため十分な保温が必要となるが、収穫直前の3日間程度は終日換気とし、ハウス内の気温を低く保つことが大切である。また、収穫前の日照時間の必要量については検討を要するが、日射量が多く日照時間が長時間に及ぶ場合は、ハウス内の昇温防止対策が特に重要と考えられる。

摘 要

エダマメのハウス半促成栽培における、気温、日照・日射条件と子実の全糖および遊離アミノ酸含量の関係を検討した。

1. エダマメ子実の全糖および遊離アミノ酸含量は、収穫1～3日前の気温の影響を強く受け、平均気温が低い場合ほど、全糖や遊離アミノ酸含量が増加した。
2. 全糖・遊離アミノ酸含量は、日照時間や日射量が少ない場合に減少するが、必要量以上の日照や日射がある場合も、ハウス内の昇温により減少すると考えられた。
3. 収穫期の気温が低い作型では、収量性の高い品種ほど全糖含量が多くなりやすいと考えられた。
4. ハウス半促成栽培で全糖および遊離アミノ酸含量を高く維持するためには、収穫期の昇温防止対策が重要である。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、種々のご助言を頂いた東京都農林水産部専門技術員 高尾保之氏、栽培試験でご協力いただいた東京都農業試験場江戸川分場 岩本千絵氏および職員各位、成分分析の場をご提供いただいた東京都農業試験場園芸部 洪澤直恵氏および宮下千枝子氏に謝意を表する。

引用文献

- 赤澤経也・福嶋忠昭 (1991) エダマメの品種・栽培条件と未熟種子の成分含量の関係. 山形大紀要 (農学) 11(2): 415-421.
- 秋元浩一・黒田佐俊 (1981) 生鮮エダマメのフィルム包装と品質. 園学雑 50: 100-107.
- 千葉泰弘・八重樫誠次 (1988) エダマメ収穫後の品質変化. 東北農業研究 41: 287-288.
- 千葉泰弘・八重樫誠次・阿部 禎 (1989) エダマメ子実肥大期の成分変化. 園学雑 58 (別) 2: 358-359.
- 福井重郎・小島睦男・渡辺 巖 (1965) 大豆の子実生産に関する研究. (第1報) 温度が光合成におよぼす影響. 日作紀 33: 432-436.
- 岩田 隆・白幡啓一 (1979) エダマメ収穫後の品質変化とその防止. (第1報) 品質変化に関係する要因とガス組成及び葉付き包装の効果. 園学雑 48: 106-113.
- 岩田 隆・杉浦弘隆・白幡啓一 (1982) 葉付き包装によるエダマメの品質保持. 園学雑 51: 224-230.
- 国分牧衛 (1988) 大豆の多収草型モデルの設計と検証. 農業技術 43: 193-197.
- 国分牧衛 (2003) わが国における食用マメ類の研究 (海妻矩彦ほか編). 養賢堂, 東京. pp.281-290.
- 昆野昭晨 (1976) ダイズの子実生産機構の生理学的研究. 農技研報 D27:139-295.
- 玖村敦彦 (1968) 大豆の物質生産に関する研究 (第3報) 投射光中散光の占める割合と個体群光合成. 日作紀 37: 570-582.
- 前澤重禮・秋元浩一 (1996) 水処理がエダマメの呼吸作用に及ぼす影響. 岐阜大農研報 61: 87-91.
- 増田亮一・橋詰和宗・金子勝芳 (1988) 冷凍エダマメの食味に及ぼす収穫後貯蔵時間の影響. 日食工誌 35: 763-770.
- 松井鑄一郎・林 克洋・中村三夫 (1980) エダマメの品質変化に及ぼす低温貯蔵と種々の薬剤処理の影響. 岐阜大農研報 43: 223-231.
- 松浦英之 (1997) 出荷調製及び流通段階におけるエダマメ子実の糖含量低下防止法. 静岡農試研報 42: 15-21.
- 元村佳恵 (1990) 最新農学実験の基礎 (東北大学農学部農学科編). ソフトサイエンス社, 東京. pp. 205-225.
- 大海さつき (2002) エダマメ用早生系黒大豆の栽培時期が収量および食味成分に及ぼす影響. 群馬園試研報 7: 1-10.
- 小野長昭 (2000) 茶豆. 農業技術体系野菜編 10 エダマメ基礎編・追録第 25 号. 農文協, 東京. pp. 69-75.
- 佐川 了 (1998) 反射光がダイズの子実収量と中・下位葉の光合成速度に及ぼす影響—栽植密度が異なる場合—. 日作紀 67: 366-372.
- 佐藤 庚・池田 武 (1979) 日長・温度に対する大豆の生育反応. (第4報) 登熟期間の温度が成熟種子の収量および諸形質に及ぼす影響. 日作紀 48: 283-290.
- 生野世方子 (1987) エダマメの品質保持に関する研究. 家政誌 38: 1057-1062.
- 平 春枝・田中弘美・斎藤昌義・斎藤正隆 (1990) 大豆の全糖・遊離糖類含量に及ぼす品種・粒大・栽培年次の影響. 日食工誌 37: 203-213.
- 竹島溥二 (1952) 温度較差と大豆の結実との関係. 日作紀 21: 119-120.
- 田崎義孝 (2003) '新潟茶豆'における追肥時期が食味に及ぼす影響. 第2回エダマメ研究会研究集会 (新潟大会講要) . pp. 25-26.
- 東京農林統計協会 (2003) 平成 14 年版わたしのまのちの農業 (関東農政局東京統計事務所編) .

Summary

Takashi Noguchi (2004) : Effect of the temperature and sunshine and solar radiation conditions on the content of the sugar and free amino acid of semi forcing green soybeans (Edamame) in greenhouse culture. Bull. Tokyo Metro. Agric. Exp. Sta. 32 : 21-30. (Received November 20, 2003 ; Accepted December 17, 2003)

Key words : free amino acid, green soybean, sugar, sunshine, temperature

The environmental factors that affect the content of the sugar and free amino acid were revealed in semi-forcing green soybeans of plastic greenhouse culture.

1 . The content of the sugar and free amino acid were influenced strongly by the mean temperatures of 1 to 3 days ago, and lower temperature had more the content.

2 . When there was little sunshine, the content decreased, but also when there was too much it, the content was considered to decrease by the rise of the temperature in the greenhouse.

3 . A variety with high yield was considered to have high sugar content, in culture condition of low temperature.

4 . It is important to prevent the rise of the mean temperature in the greenhouse before the harvest day, in order to increase the content in semi-forcing green soybeans.