

## エダマメの品種・栽培条件と未熟種子の成分含量の関係

赤澤 経也・福島 忠昭\*

(山形大学農学部附属農場・\*山形大学農学部青果保蔵学研究室)

(平成2年9月1日受理)

### Relationship of Varietal Traits and Cultivating Conditions to the Content of Several Ingredients in Green-soybean (Edamame)

Tsuneya AKAZAWA and Tadaaki FUKUSHIMA\*

University Farm, Faculty of Agriculture,  
Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan

\*Laboratory of Postharvest Horticulture, Faculty of Agriculture,  
Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan

(Received September 1, 1990)

#### Summary

Large year-to-year differences of amino acid, total sugar, protein and starch content in Edamame seeds were observed among cultivars in 1980 to 1983. These year-to year variations in the ingredients may be ascribed to the year-to-year differences of solar radiation from flowering to harvesting. The amino acid content tended to be higher in Edamame seeds than in the ordinary soybean seeds.

Content of amino acid, total sugar, protein and starch changed with sowing date. It was indicated that these contents changed parallel with plant growth. Storage of Edamame brought about decrease of amino acid and total sugar and increase of the counter-part ingredients, i. e. protein and starch. It was suggested that changes in these ingredients during storage would be associated with changes in eating quality.

The amino acid content was positively correlated with plant height and number of leaf/pod, and negatively with pod weight/plant weight ratio and pod weight. These results appeared to be associated with Sink-Source balance.

#### 緒 言

山形県庄内地方には、古くから「ダダチャマメ」と称されるエダマメが栽培されている。この地方の在来種であるこのダダチャマメは、通常のエダマメに比べて莢付きが悪く、莢が茶色の毛茸で覆われているため外観も悪い。しかし、エダマメとしての食味品質が優れているので今後その普及が期待される。

ダダチャマメに関する研究は少ないが、ダダチャマメの分布・品質特性についての研究（青葉，1956）、およびエダマメ収穫後の品質変化についての研究（岩

田，1979）などがなされている。一方、普通ダイズ種子の含有成分に関する研究は多くなされている（平ら，1974，1977，1979 a，1979 b）。しかし、これらの研究は普通ダイズの主要な利用法である味噌、醤油、納豆等の製造特性の観点からなされており、これらの研究にはエダマメの品質改良の観点から参考にする結果はない。

本研究は、エダマメの品種・栽培条件と食味に関係すると推察される含有成分の変化を品種、播種時期および植物体の生育特性との関連で検討したものである。

### 材料および方法

#### 実験Ⅰ．エダマメのアミノ酸，全糖，タンパク質およびデンプン含量の年次変動および品種間差異

材料は，1980年から1983年の4年間にわたって，山形大学農学部附属農場の圃場において慣行栽培した。エダマメ（未成熟莢）は，収穫適期に収穫した。供試エダマメ品種の適期収穫日および品種区分を表1に示した。なお，1981年には参考のため普通ダイズ3品種を供試した。

1980年の実験では，エダマメ（未成熟莢）を収穫後，莢より子実を取り出し，80%エタノールで煮沸後粉碎，ろ過し，ろ液よりアミノ酸と全糖を，残さよりタンパク質とデンプンを測定した。1981から1983年の実験では，取り出した子実を90℃で1時間，60℃で1昼夜通風乾燥後粉碎し，粉末を80%エタノールで抽出，ろ過後，ろ液よりアミノ酸と全糖を，残さをアセトンで洗浄後タンパク質とデンプンを測定した。

アミノ酸はニンヒドリン法で定量し，グルタミン酸含量として算出した。全糖は，ろ液中のアルコールを除去後，フェノール・硫酸法で定量し，グルコース含量として算出した。デンプンは残さを過塩素酸溶液に溶解し，可溶画分にヨード・ヨーカリ液を加えて沈澱

表1 供試品種の収穫日，品種区分

栽培年	品 種 名	収 穫 日	品 種 区 分
1980	小 真 木	8月1日	エダマメダイズ
	庄 内 2 号	8月13日	〃
1981	小 真 木	8月7日	〃
	庄 内 2 号	8月18日	〃
	ワセシロゲ	9月5日	普通ダイズ
	オクシロメ	9月25日	〃
	東 北 54 号	9月25日	〃
1982	小 真 木	8月10日	エダマメダイズ
	庄 内 2 号	8月23日	〃
1983	小 真 木	8月18日	〃
	庄 内 2 号	8月23日	〃

させ，アルコール性カセイソーダ溶液でヨードを脱色後，フェノール・硫酸法で定量し，グルコース含量として算出した。

タンパク質は，1980年の材料では残さにカセイソーダ溶液を加えて溶解した画分から銅・フォーリン法で定量したが，1981年から1983年の材料の場合残さの窒素含量をケールダール法で求めた。なお，後者の場合タンパク質の換算係数として6.5を用いた。

#### 実験Ⅱ．播種時期の変動・貯蔵がエダマメの含有成分におよぼす影響および播種時期の変動が生育・収量におよぼす影響

エダマメの長期供給体系を検討する目的で，播種時期の変動および貯蔵がエダマメの含有成分の変動に与える影響を調査した。1980年は，含有成分を調査するため，ダダチャマメの「平田」と「金峰」を山形大学農学部附属農場の圃場で栽培した。播種時期は，両品種とも4月15日，5月15日および6月15日とした（図2）。収穫日は，平田の場合4月播種が8月13日，5月播種が8月25日，6月播種が9月11日で播種日が2ヶ月違っても収穫日の差は約1ヶ月であった。一方，金峰の場合4月播種が8月21日，5月播種が9月2日，6月播種が9月13日で播種日が2ヶ月違っても収穫日の差は20日程度であった。1981年は，生育・収量を調査するため，播種時期を変えて8品種（表3）を同じく山形大学農学部附属農場の圃場で栽培した。

材料調整法として80%エタノールで煮沸後粉碎・ろ過法を使用しなかったことおよびタンパク質分析に銅・フォーリン法を使用しなかったこと以外実験Ⅰと同様の方法でエダマメ子実のアミノ酸，全糖，タンパク質およびデンプン含量を測定した。また，材料を20℃で3日間貯蔵した後の子実の成分を同様に測定した（図2）。

#### 実験Ⅲ．植物体の生育特性とエダマメ子実のアミノ酸含量の関係

普通エダマメ5品種，ダダチャマメ8品種を供試し，山形大学農学部附属農場の圃場で慣行栽培した（図3）。これらの品種をエダマメとしての収穫適期ごとに収穫し個体重，根重，葉重，莖重，莢重，莖長，莢長，葉数および莢数を調査した。エダマメ子実のアミ

ノ酸含量は、実験Ⅱの方法で測定した(図3から6)。

### 結果および考察

エダマメ子実の各種成分含量の年次間および品種間の変動についてみると、供試した2品種で(小真木と庄内2号)でアミノ酸、全糖、タンパク質およびデンプンともかなり大きな年次間変動がみられ、年次間で2品種の順位が逆転した(図1)。このように、品種間の差異よりも年次間の差異が大きい傾向を示す結果が得られた。とくに、アミノ酸および全糖含量についてみると、ともに1981年において高い傾向を示す結果が得られた。このことと関連して、実験年の日射量をみると(表2)、1981年はエダマメの開花開始から収穫直前あるいは収穫期までの7月中旬から8月下旬にかけての日射量が他の年次よりも平均して高い。すなわち、アミノ酸および全糖含量の年次変動に関係する

一つの要因は気象要因である可能性が高い。この点は、品種をより多く供試し、さらに開花日数の厳密な調査を行なってより詳細に検討する必要がある。

一方、1981年のみ供試した普通ダイズ3品種の全糖含量はダダチャマメの全糖含量と大きな差異を示さないが、アミノ酸含量はダダチャマメに比較して明らかに低い値を示した(図1)。このことは、エダマメ品種群は普通ダイズ品種群に比較してアミノ酸を含有するとみられる水溶性窒素含量が多いこと(赤澤・笹原, 1990 b)と一致する。さらに、完熟ダイズ種子の吸水実験において、エダマメ品種群は普通ダイズ品種群に比較して吸水に関与するとみられる含有物質(アミノ酸、糖など)が、エダマメ品種群で多いことを推定した結果(赤澤・笹原, 1990 a)と一致する。なお、赤澤・笹原(1990 c)は100以上の品種を供試した実験において、エダマメ品種群は普通ダイズ品種群に比較

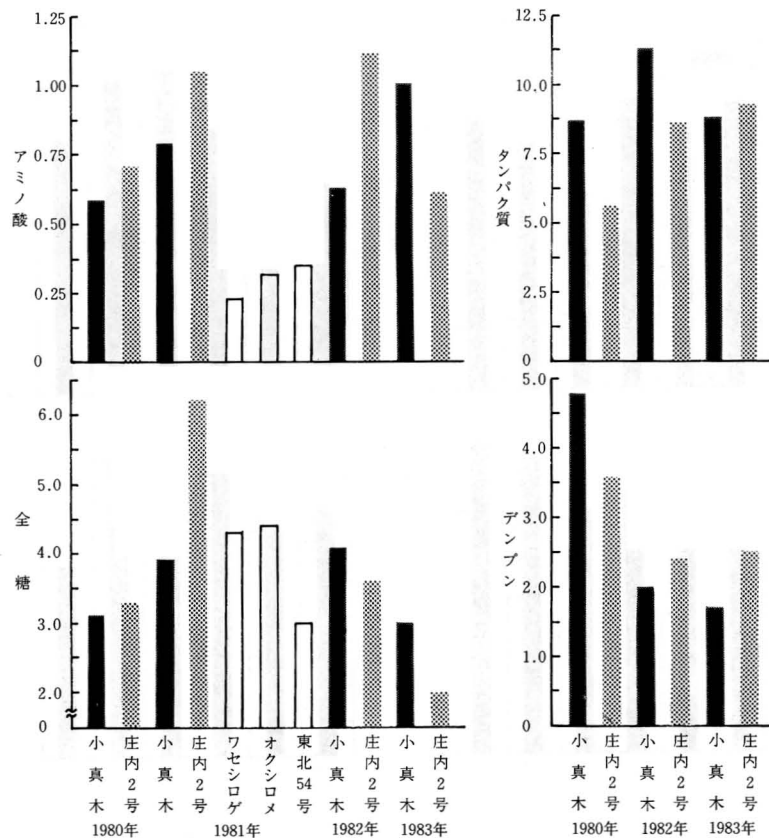


図1. 収穫時のエダマメ子実の成分含量

縦軸の成分含量は新鮮重当たりパーセント。

表2 生育期間中の日射量 (酒田測候所)

	1980年	1981年	1982年	1983年
上旬	16.7	17.0	23.4	12.5
7月中旬	11.5	17.3	19.1	19.0
下旬	17.1	23.7	16.8	11.7
平 均	15.2	19.5	19.7	14.3
上旬	22.0	18.1	12.7	22.0
8月中旬	15.7	17.3	19.7	19.3
下旬	11.1	13.0	14.1	15.2
平 均	16.4	16.0	15.5	18.7

(MJ/m<sup>2</sup>)

して還元糖および全糖含量が多い傾向がみられたことを指摘しており、この点本実験の結果(図1)と異なるが、これは本実験での供試品種数が少なかったことによるとみられる。

播種時期を変えた場合、品種によって含有成分の変動が異なる結果が得られた。すなわち、「平田」はアミノ酸、全糖、タンパク質およびデンプンともに播種時期によって大きな変動は示さないが、「金峰」は播種時期の遅れとともにアミノ酸および全糖が増加する傾向を示し、逆にタンパク質およびデンプンは減少する傾向を示した(図2)。このことは、平田の場合、播種時期が早まると低温による活着不良および初期生育阻害によると推察される植物体の生育量不足がみられ、播種時期が遅くなると早い時期での伸長停止によると推察される植物体の生育量不足がみられること(表3)と符合しているのかも知れない。一方、金峰

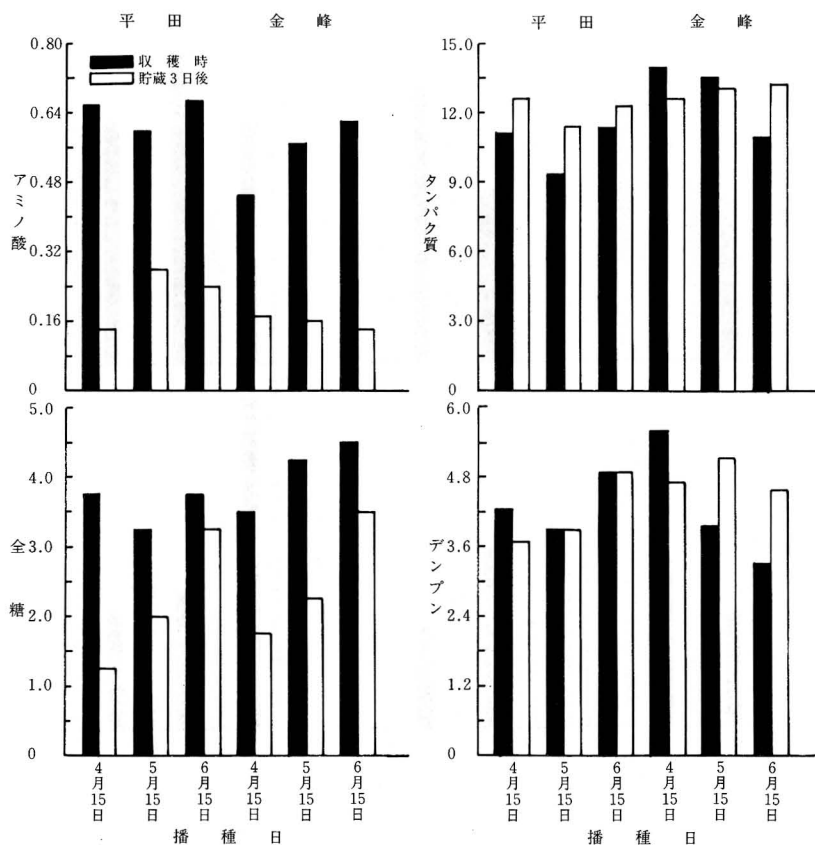


図2. 播種時期および貯蔵による成分含量の変動  
縦軸の単位は図1参照。

表3 播種時期の差異が植物体の生育におよぼす影響

品 種	播種日	開花日	収穫日	株重(g)	莢重(g)	莢数/個体	茎長(cm)
小 真 木	4月15日	7月10日	8月7日	256.0	110.0	54.1	49.8
	30日	15日	11日	349.0	163.5	60.3	57.5
	5月15日	19日	15日	339.0	148.5	61.8	62.0
	30日	21日	20日	270.0	137.0	62.6	45.0
庄 内 1 号	4月15日	7月5日	8月3日	210.5	117.5	57.0	39.2
	30日	8日	9日	258.5	113.5	55.9	52.7
	5月15日	15日	18日	188.5	91.0	41.3	42.6
	30日	19日	25日	191.5	93.0	44.0	35.5
庄 内 2 号	4月15日	7月15日	8月18日	341.5	140.0	73.2	56.2
	30日	15日	22日	359.5	158.0	66.9	55.6
	5月15日	20日	24日	414.5	158.5	68.3	71.3
	30日	23日	30日	362.5	158.0	73.0	62.3
庄 内 3 号	4月15日	7月16日	8月21日	362.0	158.0	65.9	57.8
	30日	20日	24日	467.5	164.5	90.8	72.3
	5月15日	23日	28日	421.6	173.0	72.5	67.0
	30日	25日	30日	372.5	166.0	74.9	58.7
白 山	4月15日	7月14日	8月19日	437.0	188.0	94.5	64.8
	30日	19日	21日	436.0	212.5	82.5	61.9
	5月15日	23日	26日	375.0	164.0	71.6	60.0
	30日	23日	9月1日	243.5	122.0	52.0	41.4
平 田	4月15日	7月16日	8月21日	409.0	186.0	88.2	57.2
	30日	19日	24日	396.5	161.5	79.1	65.7
	5月15日	23日	28日	419.0	174.5	72.3	63.8
	30日	23日	30日	338.0	145.5	62.6	57.4
紫ダダチャ	4月15日	7月19日	8月21日	555.6	253.6	93.2	66.8
	30日	19日	24日	612.0	295.0	95.0	67.9
	5月15日	24日	25日	574.5	266.0	100.0	62.3
	30日	26日	9月2日	369.0	177.5	66.6	52.7
金 峰	4月15日	7月19日	8月25日	657.5	238.0	104.5	57.5
	30日	23日	30日	498.0	197.0	105.8	75.6
	5月15日	25日	9月5日	669.0	265.0	127.6	83.6
	30日	—	—	—	—	—	—

の場合、植物体の生育は播種時期の遅れとともに増加する傾向がみられ（表3）、播種時期の遅れとともにアミノ酸および全糖が増加傾向を示したことと符号する。金峰のこの生育特性は他の品種にみられない傾向であり、あるいは供試した品種の中で晩生である金峰の特徴かも知れない（表3）。

エダマメの貯蔵は、アミノ酸および全糖の減少とタンパク質およびデンプンの増加をもたらした（図2）。このことは、貯蔵中にタンパク質およびデンプンの合成が未成熟種子内で進行したことを示しており、貯蔵による品質低下と関連して注目される。今後、温度条件のみでなく湿度条件さらに貯蔵ガスなどを変えた実

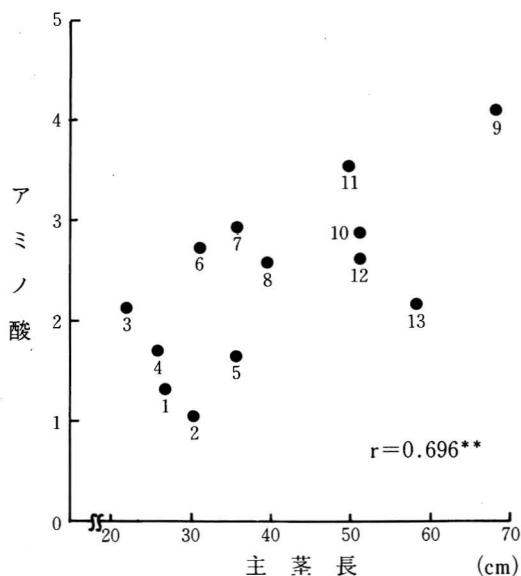


図3. 主茎長とアミノ酸含量の関係

供試品種

品種番号	品種名	品種区分	品種番号	品種名	品種区分
1	北栄白毛	普通エダマメ	8	小 真 木	ダダチャマメ
2	摩 周	〃	9	庄 内 2 号	〃
3	北光みどり	〃	10	白 山	〃
4	銀 峰	〃	11	平 田	〃
5	奥原早生	〃	12	紫ダダチャ	〃
6	庄内1号	ダダチャマメ	13	晩生ダダチャ	〃
7	香 茶	〃			

\*\*：1%水準で有意。

縦軸のアミノ酸含量は乾物当たりパーセント。  
以下図6まで同じ。

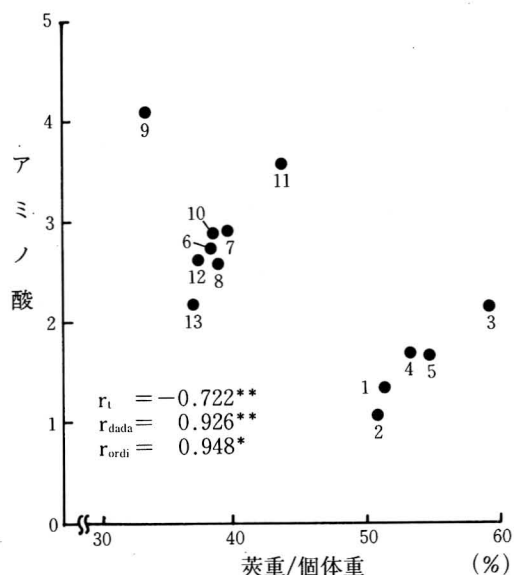


図4. 1個体に占める莢重の比率とアミノ酸含量の関係

供試品種：図1参照

\*：5%水準で有意。

t：全体，dada：ダダチャマメ，ordi：普通エダマメ。

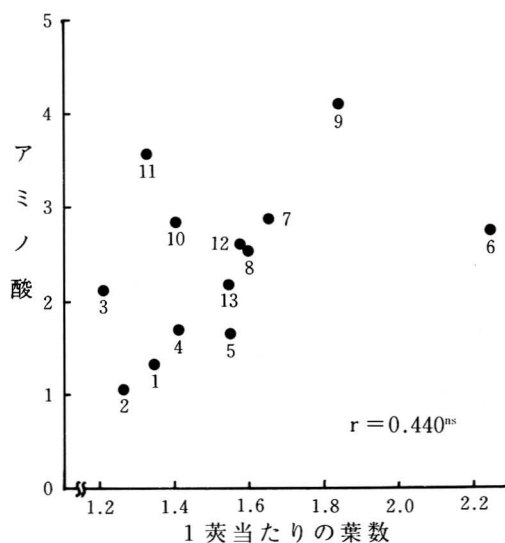


図5. 1英当たりの葉数とアミノ酸含量の関係  
供試品種：図1参照

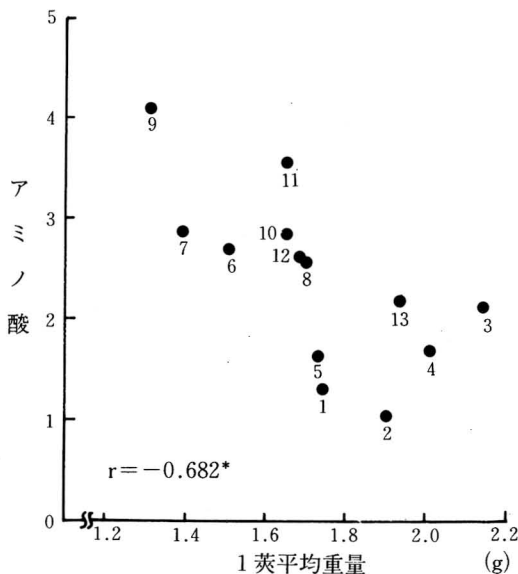


図6. 1 莢平均重量とアミノ酸含量の関係  
供試品種：図1 参照

験を行なう必要がある。

エダマメ子実のアミノ酸含量は、莖長とは正の相関を示し、莢重/個体重比とは負の相関を示し、葉数/莢とは負の相関の傾向を示し、莢重とは負の相関を示した(図3から6)。この結果は、禾穀類で指摘されてきた成分含量と籾/藁比の関係あるいは Sink-Source balance の関係 (Hesketh *et al.*, 1981; 笹原, 1987) と一致する。すなわち、貯蔵部が同化部に対して相対的に大きいことは、Dilution effect によって含有成分の減少を惹起する。逆の場合は、Condensation effect によって含有成分の増加を惹起する。ここで注目されるのは、ダダチャマメ品種群および普通エダマメ品種群がかなり明瞭に分かれる莢重/個体重比を有すること、また各群内ではアミノ酸含量と莢重/個体重比とはともに正の相関を示すことである。これらの特徴の解明は今後の研究課題である。さらに、普通エダマメ品種群とダダチャマメ品種群はアミノ酸含量でも明瞭に分かれる結果が得られた。このことは、赤澤・笹原 (1990 a) の結果と一致するものであり、今後エダマメの品質改良においてダダチャマメが有用な遺伝資源となり得ることを示唆している。

## 摘 要

1. エダマメ子実のアミノ酸、全糖、タンパク質

およびデンプン含量は大きな年次間変動を示し、品種間で逆転した。これらの変動は、日射量と関係している可能性が指摘された。エダマメ品種が普通ダイズ品種と比較して全糖含量は差異を示さないが、アミノ酸含量はエダマメ品種が多い傾向がみられた。

2. 播種時期を変えた場合のアミノ酸、全糖、タンパク質およびデンプン含量の変動は、播種時期を変えたことによってもたらされる植物体の生育量と関係していることが推察された。エダマメの貯蔵 (20℃, 3日間) は、アミノ酸と全糖含量の減少およびタンパク質とデンプンの増加をもたらした。この現象は、貯蔵による品質の低下と関係していることが推察された。

3. エダマメ子実のアミノ酸含量は、莖長とは正の相関を示し、莢重/個体重比とは負の相関を示し、葉数/莢とは正の相関の傾向を示し、莢重とは負の相関を示した。これは、Sink-Source balance と関係していると推察された。

## 謝 辞

本研究を進めるに当たり、材料の肥培管理を行っていただいた山形大学農学部附属農場原田正之助、山本長保並びに遠藤正昭技官に謝意を表する。

## 引用文献

1. 赤澤経也・笹原健夫 1990 a. 育雑. **40**: 349-359.
2. ————・———— 1990 b. 育雑. **40** (別 1) : 494-495.
3. ————・———— 1990 c. 育雑. **40** (別 2) : 226-227.
4. 青葉 高 1956. 山形農林学会報. **10**: 5-10.
5. Hesketh, J. D. *et al.* 1981. Photosyn. Res. **2**: 21-30.
6. 岩田 隆・白幡啓一 1979. 園雑. **48**: 106-113.
7. 笹原健夫 1987. 農及園. **62**: 463-470.
8. 平 春枝・平 宏和・斎藤正隆 1974. 日作紀. **43**: 482-492.
9. ————・————・————・森 義雄・藤盛郁夫 1977. 日作紀. **46**: 67-74.
10. ————・————・国井輝男・藤盛郁夫 1979 a. 食総研報. **34**: 13-18.
11. ————・————・森 義雄・後木利三・藤盛郁夫・川崎良博・鈴木典男・小谷津洋康・竹井玲子 1979 b. 食総研報. **34**: 19-28.