

NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会 2008 年度研究報告会

開催日時：2009 年 3 月 15 日（日） 13：00～16：00

会 場：Reimei Hall（京都市左京区吉田神楽岡町）

表題・報告者

1. 露地栽培オクラの無施肥無農薬栽培と有肥無農薬栽培による生育と蒴果果実の収量並びに主要含有成分への影響
…… 田尻尚士（元 近畿大学） 1
2. 自家採種トマト（自殖 3 代目）とニガウリ（ゴーヤー）の無施肥無農薬栽培
…… 水谷信雄（元 近畿大学） 6
3. 無施肥無農薬栽培野菜の成分調査と無施肥無農薬栽培田および畑地の土壌特性
…… 森本正則（近畿大学農学部） 12
4. 異なる施肥量で栽培した桑葉が蚕児の核多角体病ウイルスとフロキシシンに対する感受性におよぼす影響
…… 栗田光雄（無肥研） 18
- (休憩)
5. 無施肥無農薬田土壌の湛水状態における雑草の発生について
…… 芦田 馨（近畿大学農学部） 23
6. 無施肥無農薬水田への適応能力に関するイネの遺伝子型間変異
…… 本間香貴・松山治樹・栗田光雄・白岩立彦（京都大学農学研究科） 27
7. 小倉水田における 2008 年の水稻栽培試験
…… 家田善太・小林正幸・竹内史郎（無肥研） 30
8. 異なる水田における無施肥無農薬栽培水稻の推定玄米収量の経年変化について（資料報告）
…… 小林正幸（無肥研） 35
9. 飼料稲の生産（資料報告）
…… 沢 昌弘（JA グリーン近江） 37

露地栽培オクラの無施肥無農薬栽培と有肥無農薬栽培による 生育と蒴果果実の収量並びに主要含有成分への影響

田 尻 尚 士

はじめに

アオイ科の植物で東北アフリカ原産、日本には幕末及び明治初期に渡来し、一般的に栽培されるようになったのは第二次大戦後である。現在では沖縄及び高知両県等の暖地地域で多く栽培される。現在では消費の60%がタイ、フィリピンから輸入されている。主としてオクラは若い莢（蒴果）を収穫利用し、特有の食感（粘性）を有し、栄養価も高く、植物性食品としては珍しく蛋白質に富む素材である。品種は比較的少なく、果色が濃緑色で調理後も美しいアーリーファイブが多栽され、近年収穫時は莢が紫紅色で加熱後に深緑色となるベニーが増加している。発芽適温は25~30℃、硬実種子（一昼夜水浸漬後播種）で、生育適温は昼温25~30℃、夜温20~23℃、最低気温10℃以下で生育停止、落花。土壌適正は、pH6.0~6.5の弱酸性、直根性で耕土深く肥沃地を好み、湿地を嫌い、排水良好圃場を好む。開花（着生）習性は、6~8節以上の各葉脈に1花ずつ着果、早朝に開花し午後萎む。主な病害は、立枯病・灰色カビ病・黒斑病・葉すす病。主な害虫は、アブラムシ・カメムシ・ネキリムシ・ネコブセンチュウ類など。

実験方法

[1]実験圃場と準備：実験圃場得面積540m²を1999年より現在まで無施肥無農薬実験圃場として3等分（1区分180m²とし、無施肥・無農薬栽培区=N区、有機栽培・無農薬区=Y区、化学肥料・無農薬栽培区=C区）して使用、2007年はカボチャを栽培し、収穫後の約5ヶ月間休遊田とし、1999年以後ダイズ・トウモロコシ・ツクネイモなどを継続・輪作して現在に至っている。

2008年4月中旬にトラクターで耕深（鋤齒：ジスク＝深さ40cm、畝幅100cm、畝高30cm）、N区は枯れ草及び藁類を丁寧に除去し無施肥とし、土づくり施肥は、Y区は2.5t/10aの山陽三共有機社製SSボーン及び多木肥料社製苦土タンカル40kg/10a、一方C区は化学肥料日産アグリ社製の畑作専用高度配合化成肥料40kg/10aを撒布後に鋤込み。元肥は4月下旬に畝表面に散布後ロウタリー鋤齒で鋤込み、追肥は播種後の間引き時に行い、その後15~20日置きに逐次生育状態を観て行った。詳細は表1に示した。

表 1 栽培法と施肥（施肥素材と施肥量）

(10a)

施肥区	N 区	Y 区	C 区
土 作り		山陽三共有機 SS ボーン 2.5 t 苦土タンカル 40kg	日産アグリ畑作専用 40kg 苦土タンカル 15kg
元 肥		タキ総合配合化成 エコロイアル 15kg	タキ総合配合化成 エコロイアル 10kg
追 肥		日産アグリ 10kg	日産アグリ 15kg

* 有機 SS ボーン：生菌体有機肥料、N=2.8% R=5.0% K=0.5% 苦土=1.0%

珪酸=11.2% 石灰=8.0% Mn=0.007% 硼酸=0.02% pH=7.2 放線菌=10⁷⁻⁸/g

硝酸化成菌=10⁴⁻⁵/100g

* 日産アグリ（硝酸系高度配合畑作専用=苦土硼酸マンガン入り複合ニトロ

磷酸加里 F333）：N=13% P=13% K=13% 溶性苦土=2.0% 溶性マンガン=0.2%

溶性硼酸=0.1%

* 苦土タンカルは土壌の pH 調節のために施肥

* タキ総合配合化成は多木肥料社製のエコロイアル：N=10% P=14% K=12%

[2]播種と間引き：播種は 5 月上旬に一昼夜水に浸漬したタキ種苗社製ベニー種を 1 箇所 3~4 粒を 40cm 間隔（1 条栽培）に播き 1cm 程度覆土し、発芽生長し子葉が開ききった頃に発芽遅れや生長遅れの株を間引き、本場 2 枚となった頃最強生長株を 1 株残して全て間引き（鋏で切断）除去した。種子は 10a 当たり 3 ㍓使用し、10a 当たり平均 3700 株となった。

[3]土寄せ・敷き藁：梅雨明け後には畝の乾燥を防ぐために枯れ草や藁を畝全体に敷き詰めた。同時に畝片の土を株下に寄せて土寄せとした

[4]腋芽除去と摘葉：幼果の下 4~5 枚の葉を残し、それ以下の葉は摘み取る。根元から腋芽が発生したときは主枝の生長が妨げられるため早めに摘み取り、収穫が進んでくると不要な下葉は摘み取り株元の通気を促した。

[5]収穫：開花後 7~10 日で果実（蒴果）の長さが 6~7cm となった時を収穫適期とした。適期を過ぎると果実が堅くなり生食時に歯切れ感や咀嚼感が劣化。

[6]病虫害駆除：初栽培田のため病虫害の発生は少なかったが、6 月中旬時にネコブセンチュウが僅かに発生したが、全て抜き取り除去した。同時期にうどん粉病が一部発生したが同様に全て抜き取り除去した。

実 験 結 果

[1]栽培法と生長：全般的な生長様相は、3 区とも差ほど大差はなく比較的良好であった。播種 65 日後から収穫が始まり、花は 1 日 1 花で、開花後 6~10 日

前後の蒴果が新鮮で柔軟性を有し、収穫適正期と判断された。収穫適正時の蒴果果実の長さは 5cm 以上となった。収穫が遅れると蒴果が硬化し、生食適正度が低下してサラダ等への利用性が劣化し、蒴果自体の特有の色調・鮮度が消失した。草丈は収穫最終時の 10 月中旬では概ね 2m 前後となり、1 本当たりの着花数は 40 前後であった。総合的にこれらの様相は Y>C>N の順に良好であった。これらの結果は表 2 に示した。

表 2 栽培法と生理生長 (n = 5)

栽培区	総着花数	草 丈 (cm)	総蒴果重 (g)	1 蒴果重 (g)
N 区	37	252	407	11.0 (100%)
Y 区	43	276	475	12.1 (+0.8%)
C 区	41	272	459	11.7 (+0.6%)

*総着花数・草丈・総蒴果数は最終収穫日の 10 月 15 日時点

これらの結果から、総着果数並びに 1 蒴果重に優る Y 区及び C 区栽培法は、オクラ栽培法として有効であり、施肥適正が認められてオクラ草木の生長・生理生長育及び発達に極めて有効である事が認められた。一方、N 区は全体的に生長並びに生理生長に劣り、終局的に僅かに前 2 区に比し草木の繁茂状態が劣る様相を示し、1 蒴果重に劣ることから総合的に収量が劣る結果となった。

[2]栽培法と収量：表 3 に栽培法と収量を比較表示した。なお、収量比較は収穫直後の蒴果重量を測定して比較した。

収量重比較では、一般的に多用される化学肥料施肥栽培の C 区は有機施肥栽培の Y 区に比して僅かに劣り、収穫初期から終期に至り同傾向が継続した。無施肥栽培の N 区では果実の着生後の生長度が Y 区及び C 区に比して僅かに劣り、結果的に収量が前者 2 区に比して劣る結果となった、

蒴果果実の生長度は、Y>C>N の順に良好な状態を呈し、この結果からオクラ栽培は多肥栽培が有効であり、無施肥栽培では収穫量が顕著に劣ることが認められた。

同時に蒴果の伸長性は 3 栽培区とも差ほど有しないが、Y>C>N の順に速く、Y 区と C 区間では約 1/3 日で Y 区と N 区間では概ね 1 日となった。3 栽培区とも収穫蒴果の大きさによる区分占有率では中型がほぼ 1/2 を占有するが、N 区では 60%と他の 2 区に比して極めて高く、同様に小型が顕著に多く 16%となり、結果的に生理生長性が劣る事が認められた。

一方、Y 区と C 区は 1 昼夜で大きく 2cm 前後伸長する蒴果果実が比較的多く認められ、結果的にやや大型の蒴果果実の収穫を余儀なくされた。大型蒴果は中型果実と品質的には全く差はなく、市場性でも十分に有効であった。唯 貯蔵性が僅かに劣り、蒴果内の種子がやや咀嚼間や嚥下性を損ねることが認められた。

表3 栽培法と蒴果果実の収量 (n=5/10a)

施肥 栽培区	総収量 (kg)	蒴果別 収量率%		N区規準 収量比較
N区	1506	大	24	100%
		中	60	
		小	16	
Y区	1758	大	38	+16.7%
		中	53	
		小	9	
C区	1702	大	31	+13.0%
		中	57	
		小	12	

* 蒴果区分は果実の長さで分別した

大 = 7.5 cm 以上 中 = 6.5 ~ 7.5 cm 小 = 5 ~ 6.5 cm.

総収量比較では、N区を規準に比較すれば、Y区が 1758kg/10a で+16.7%と顕著に優る結果を示し、次いでC区+13%となり、表2で示した着花数及び1蒴果重に優ることが当然総収量に優る結果となり、収量から判断される施肥栽培適正はY>C>Nの順となり、多肥栽培が有効であることを認められた。

[3] 栽培法と蒴果果実の主要成分の比較：近年、オクラは生活習慣病の予防食品として注目されており、特有の粘性物質である食物繊維であるペクチンと粘性質（ガラクトースまたはアラビノースが多数結合した多糖類）がコレステロール値や血圧を低下及び整腸作用や動脈硬化を抑制することが知られ、年々その消費量が増加している。特に粘性質は胃腸の粘膜を保護し同時に蛋白質の消化・吸収を助け、微量であるがCa・Fe・B・カロチンを含み免疫力の向上に有効であることなど、夏バテや美肌効果にも有効で注目されている生鮮食品である。表4に栽培法と含有成分の比較を示した。

全ての分析法は5訂日本食品標準分析法と日本食品工学会化学学会分析法に基づき液体クロマトグラフ法の応用で行った。

表4 栽培法と蒴果果実の含有成分

(n=5)

栽培区	水分 (g)	蛋白 (g)	糖質 (g)	炭水 化物 (g)	灰分 (g)	食物 繊維 (g)	微量成分 (%)		
							ペ ク チ ン	粘性質	カ ロ チ ン
N区	88.9	2.3	0.5	6.7	1.3	5.6	2.5	0.8	0.07
Y区	89.6	2.7	0.4	6.8	1.2	5.4	2.6	0.8	0.06
C区	90.4	2.3	0.4	6.7	1.0	5.2	2.4	0.7	0.05

*カロチン：B-カロチン：大部分は腸粘膜でビタミンAとなる

表5 栽培法と蒴果果実の無機質とビタミン含有量 (n=5)

栽培 区	無 機 質 (m g)						ビ タ ミ ン					
	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	A:ug	E:mg	K:ug	C:mg	Fli:ug	PC:mg
N区	25.7	94.6	55.2	61.9	0.6	0.7	698.8	1.8	75.9	12.4	113.1	0.47
Y区	30.1	98.1	56.7	62.2	0.9	0.8	734.1	2.1	76.5	13.6	122.4	0.56
C区	262	95.2	55.1	60.4	0.7	0.8	700.2	1.7	75.4	12.2	112.1	0.44

Fli (Folic acid、葉酸) = ビタミンB群の一種で旧名 VM、貧血に有効

PC = パントテン酸：ビタミンB群に属する水溶性ビタミンの一種で、コエンザイムAの構成因子の一つで、熱・光・酸素に安定。

VA = ビタミンA_iアルコール脂溶性ビタミンの一種、生体膜機能の維持や網膜の活性

栽培法による栄養成分含有量を表4, 5に示した。含有量の概略的傾向は Y>C>N 区の順に有効であり、同時に食味的特性である粘性度の呈味性においても Y>C>N 区の順に有効であった。収穫時の見かけ鮮度では、Y区が最も蒴果の鮮色性に富み、次いでN区となり、僅かにC区が見かけ上の鮮度が劣り、鮮色度から見た鮮度は Y>N>C 区の順となった。

主要5大成分では、全般的に栽培法による差異は微差で、僅かに水分含量で差異が認められた。同時に、食味特性となる微量成分でも栽培法による差異は殆ど認められ無かった。食味時での粘性度は明らかにYとN区がC区に比して高く、切断時の包丁に粘着する程度が高いことが認められた。

無機質含有量では、Y区が総合的に高く、特にK含量で優位であった。

ビタミン類では差ほど顕著な差異は認められなかったが、総合的にY区が僅かに優位であった。

ま と め

オクラの無施肥と有肥栽培では、蒴果果実の収量は有肥栽培法が顕著に優るが、含有成分への影響は極めて少なく、収穫時の鮮度感も差ほど差を有せず、着花後の生長では、無施肥栽培では収穫適正肥大に有肥栽培に比して半日～1日遅延する傾向を示し、着花後の生長肥大がやや緩慢である様相を呈し、生理的生長では有肥栽培が無施肥栽培に優ることが認められた。

特有の粘性物質の含有量は、無施肥と有肥間では僅かな差異であり、食味時の歯切れ感や喉越し感で僅かに有肥栽培区が良好であり、無施肥栽培では蒴果表面の毛じがやや粗雑で硬い様相を示した。

オクラ栽培では、有肥栽培が無施肥栽培に優ることが認められた。

自家採種トマト（自殖3代目）とニガウリ（ゴーヤー）の無施肥無農薬栽培

報告者 水 谷 信 雄

1. はじめに

a) トマトについて

現在、わが国で栽培されている蔬菜のうちトマトは、花の構造上、他花との交雑が行われにくい形になっている。トマトの花は品種によって花柱に長短があり、花柱が長くて葯筒の外部まで突出する品種では約5%の交雑率であるが、花柱が短く葯筒内に包みこまれた状態の品種では0.6%程度といずれも交雑率が大変低い。そのため蔬菜類の中では、数少ない自家受精植物の一つにあげられている。また、トマトの受精は育種や採種上問題となる不和合性や内婚弱勢といった性質も少なく数代の自殖を重ねることによって、比較的純度の高い系統の作出が期待できる。

本実験は無施肥無農薬栽培に適応したトマトの種子を得る目的で、2007年に引き続き自殖3代目トマトの栽培を行い、市販種子株との生育や収量の比較調査を行った。

b) ニガウリ（ゴーヤー）について

ウリ科の植物には食用として、また観賞用として重要なものが多い。食用としてはカボチャ、キュウリ、スイカ、メロンなど、観賞用としてはヒョウタン、ヘチマ、カラスウリなどが栽培されている。

ニガウリ（ゴーヤー）は熱帯アジア原産のウリ科の植物でツルレイシ、キンレイシ、ナガレイシ、カツタイカズラなどともよばれ、沖縄県ではゴーヤーという。

ゴーヤーは従来、観賞用として栽培され食用としての需要は沖縄県以外ではあまり振るわなかった。ゴーヤーの果実にはシトルリンというアミノ酸が含まれ、またビタミンCも豊富で、高齢者が元気なことで有名な沖縄県では、伝統的な健康蔬菜として食されてきた。しかし近年、沖縄県以外でも健康食蔬菜として広く需要の高まりがみられ、各地で栽培も増加してきている。

本実験は、数種のゴーヤーを無施肥無農薬で栽培し、それらの生育や収量の比較調査を行ったものである。

2. 材料及び方法

a) トマトの栽培は、京都市山科区日ノ岡の無施肥無農薬栽培歴37年の圃場で行った。実験に用いたトマトは、2006年から無施肥無農薬栽培圃場で栽培し、自家受精を繰り返した果実から採種した自殖3代目の種子と市販種子（品種：桃太郎-T93）を用いて育苗した。

自家採種の種子及び市販種子の、は種は2008年1月20日に行い、2月5日にビニールポットに移植して育苗ののち、A、B2棟のビニールハウスに定植した。定植は、Aハウスが3月27日、Bハウスは4月14日にそれぞれ行った。

ビニールハウス内の栽培面積は、Aハウスが57m²、Bハウスは43m²で、各ハウスとも内部に1m×8mの2本の畝を作った。Aハウスでは2畝のうち1畝を無マルチ、他の1畝は紙マルチを行ない、Bハウスは2畝とも藁マルチを行って土壌管理をした。

なお、各畝は株間50cmの2条植えて、Aハウスの各畝には自家採種苗と市販種子苗をそれぞれ18株ずつを、Bハウスでは藁マルチを行った畝に自家採種苗と市販種子苗を14株ずつ定植し、7月下旬まで、一週間間隔で全株の生育と収量を調査した。

b) ニガウリは長身ニガウリ、薩摩大長ニガウリ、節成中長（常夏）ニガウリ、江門ニガウリ、大頂ニガウリの5品種を、いずれも無施肥無農薬圃場に直播して栽培したが、これらとは別に品種：大頂ニガウリをビニールポットに、は種し育苗ののち、圃場内の無施肥畑と有肥畑にそれぞれ定植し収量の調査を行った。

ニガウリ5品種の無施肥栽培は50cm×6mの畝2本を用いて、4月30日に直播し、発芽伸長後、本葉7～8枚を残して摘心し、子蔓からの雌花の誘起を促した。

また、無施肥畑と有肥畑には育苗した大頂ニガウリを6月10日に定植し、いずれも収穫した全果実の収量を調査した。

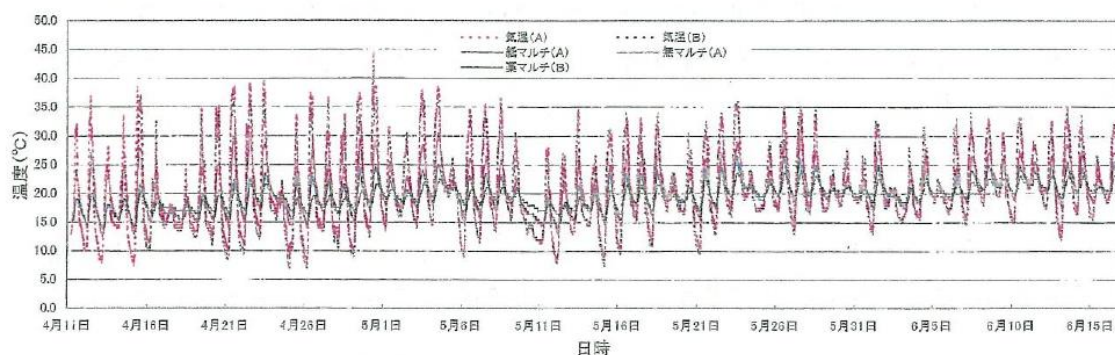
3. 結果及び考察

(1) 気象

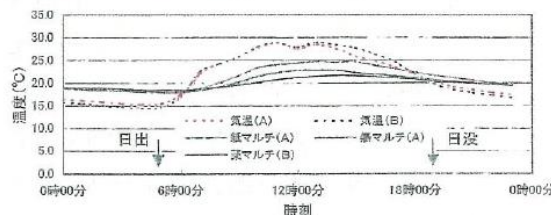
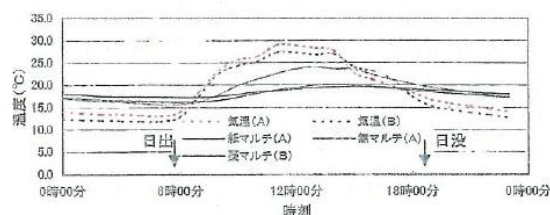
苗の定植後、4月中旬から6月中旬までの60日間、A、B両ハウス内の気温と地温を測定し、第1図に示した。4月中、下旬のAハウス内の平均気温は21℃であったのに対して、Bハウスでは20℃で、Aハウス内が1℃高かった。しかし、この時期、日平均気温が17℃を割る日が数日みられ、昼夜の温度較差も大きかった。なお、5月中旬から6月中旬は、両ハウス内の平均気温はほぼ同じに推移し気温の変動も比較的少なかった。

第2図(a)、(b)、(c)には日内温度の推移を示したが、両ハウスでは正午頃を中心とした数時間は、日内平均気温が25℃～30℃で推移していた。また4月

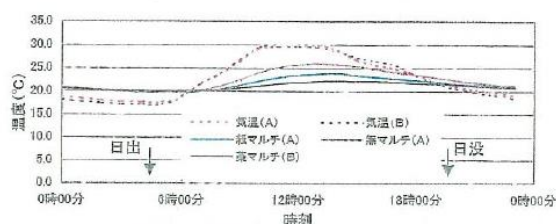
中、下旬の日没から日の出までの気温は $10^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ であったが、5月中、下旬では $15^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ と高くなり、一日の温度較差が少なくなった。また、昼間の地温は畝にマルチを行うことによって、無マルチ畝より $1^{\circ}\text{C}\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 低く、2007年の測定結果と同様、地温上昇の抑制効果が認められた。なお、トマトの根の生育には地温が $13^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 以上が必要であり、適温は 20°C 前後であるが、第3図に示したように、今回の測定では $18^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ の地温の出現率は、藁マルチ畝で24%と最も高く、次いで、紙マルチ畝の17%、無マルチ畝の12.5%であった。



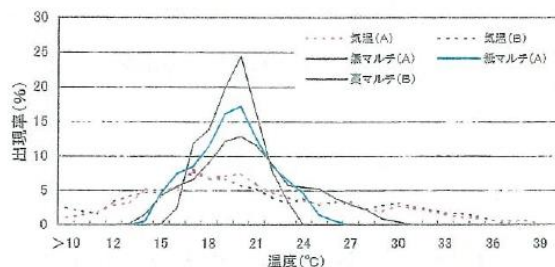
第1図 A、Bハウス内の気温と地温の推移



第2図・(a) 日内の気温と地温の推移(4月16日～25日の平均) 第2図・(b) 日内の気温と地温の推移(5月16日～25日の平均)



第2図・(c) 日内の気温と地温の推移(6月5日～14日の平均)



第3図 気温及び地温の温度出現分布(4月16日～6月17日)
(無肥研・栗田 光雄 氏提供)

(2) 草丈の伸長及び葉数の増加

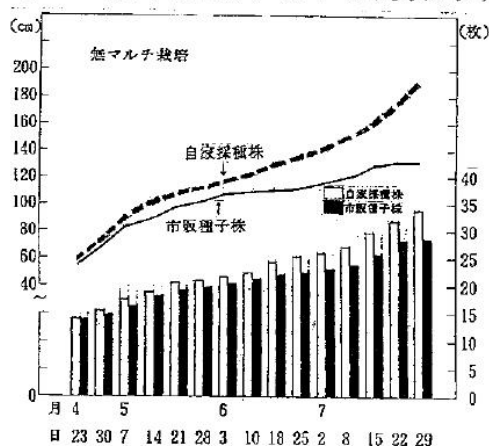
Aハウス及びBハウスでの自家採種株と市販種子株の草丈伸長と葉数増加の推移を第4図及び第5図と第6図に示した。3月27日に定植した無マルチ畝での自家採種株の生育は、4月下旬頃まで市販種子株とほぼ同程度であったが、5月上旬から生育が進み、18株の草丈平均値で約9cm優り、葉数も1枚多くなっていた。また、定植後66日目の6

月上旬には自家採種株の草丈が117cm,葉数22枚に対して市販種子株では草丈106 cm,葉数20枚と自家採種株の生育がさらに進んでいた。この傾向は7月になっても変わらず,7月下旬では自家採種株の草丈が176cmであったのに対して市販種子株では130cmと,46cmもの生育差が見られた。次に,紙マルチ畝での生育の推移を見ると4月下旬での自家採種株の草丈は70cm,市販種子株は68cmであったが,7月下旬には自家採種株が150cm,市販種子株は132cmと草丈で18cmの生育差が見られた。また,4月14日に定植を行った藁マルチ畝では,6月上旬から生長が急速に進み,7月下旬の自家採種株の草丈は155cm,葉数が31枚であったが市販種子株では139cm,29枚と劣っていた。

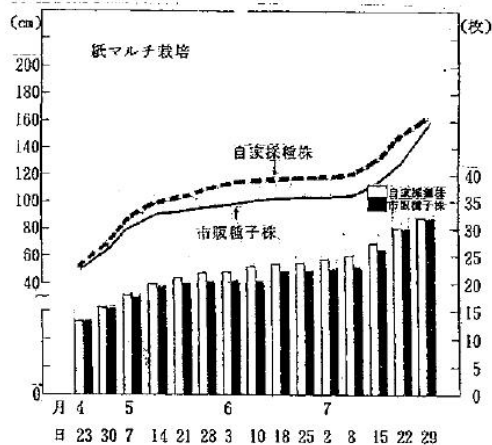
以上のように,今回の調査では両ハウスでの生育は,栽培期間を通して自家採種株が市販種子株を上回り,2007年の調査結果とはやや異なる傾向も見受けられた。なお,4月中旬には自家採種株及び市販種子株のすべてで第1花房の開花が見られたが,自家採種株では市販種子株より開花始めが数日遅れていた。また,市販種子株では4月下旬に第1果房での着果が見られたが,自家採種株では花振るが多く,第1果房の着果数が少なかった。

(3) 収量

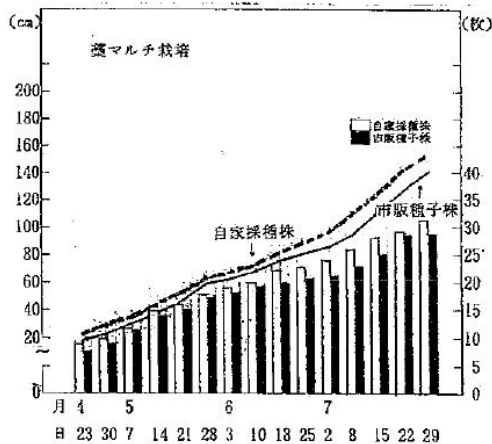
第1表と第7図に自家採種株と市販種子株の収量結果を示した。収穫果実の総数を見ると自家採種株では252果,市販種子株では307果で自家採種株の1.2倍であった。しかし,自家採種株の無マルチ畝以外はすべて前年比マイナスになっていた。次に1株当たりの収穫果実数をみると,最も多かったのが市販種子株の無マルチ畝での6.5果,次いで藁マルチ畝の6.1果であった。また,収穫果実数の最も少なかったのは自家採種株の紙マ



第4図 自家採種株と市販種子株の草丈伸長と葉数増加の推移



第5図 自家採種株と市販種子株の草丈伸長と葉数増加の推移



第6図 自家採種株と市販種子株の草丈伸長と葉数増加の推移

ルチ畝での4.3果であった。なお、果房別の収穫果実数をみると、第1果房での198果が最も多く、全果数の35.4%が第1果房で収穫され、とくに市販種子株の紙マルチ畝では全体の51%が第1果房からの

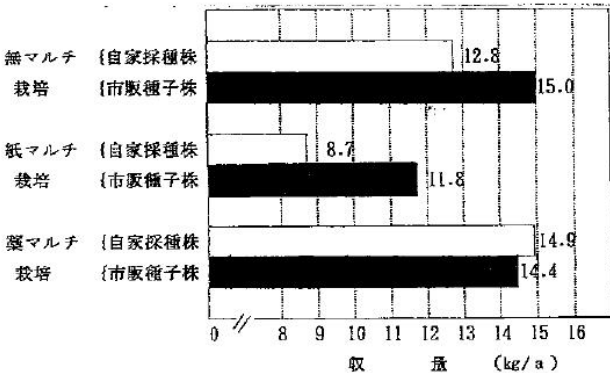
収穫であった。また、第1果房から第3果房までで81%の収穫があった。第7図は自家採種株と市販種子株の収穫果実を重量で示したものである。収穫した果実の総重量は市販種子株が41.2kg/aに対して自家採種株が36.4kg/aで市販種子株の88.3%であった。第2表に収穫したトマトの糖度を測定し、その結果を示したが、自家採種株の果実で糖度が高く最高が7.8%、平均値で6.0%であった。なおゴーヤーの収量は、無施肥で栽培した5品種のうち、江門苦瓜が18果と最も多く、大頂苦瓜が6果と少なかったが、他の3品種では11~14果の収穫が得られた(第3表)。また、無肥畑と有肥畑で栽培した大頂苦瓜の収量は、無肥畑で13果、有肥畑では25果で無肥畑の1.9倍多く収穫された。

(4) 摘要

1. 自殖3代目のトマトの自家採種株と市販種子株を無施肥無農薬圃場で栽培し、それらの生育と収量を調査した。
2. 生育は栽培期間を通して、市販種子株より自家採種株が優っていた。
3. 収穫数は第1果房~第3果房で全体の81%を占め特に第1果房で多かった。
4. 収量は収穫果実数、果実重とも市販種子株が優り、果実数で自家採種株の1.2倍、果実重量で1.1倍であった。
5. ゴーヤーは無肥栽培と有肥栽培で約2倍の収量差が見られた。

第1表 自家採種株と市販種子株の収穫果実数

調査項目	調査株数	収穫果実数	前年比	花房別収穫果実数						
				第1	第2	第3	第4	第5	第6	第7
調査株	(株)	(果)	(%)	(果)	(果)	(果)	(果)	(果)	(果)	(果)
自家採種株	無マルチ栽培	18	100	(1.02)	33	24	18	10	6	7
	紙マルチ栽培	18	77	(-0.80)	20	24	19	11	3	0
	藁マルチ栽培	14	75	(-0.75)	21	17	19	12	6	0
市販種子株	無マルチ栽培	18	117	(-0.89)	43	28	21	11	11	3
	紙マルチ栽培	18	105	(-0.81)	54	22	16	7	4	1
	藁マルチ栽培	14	85	(-0.69)	27	24	20	12	2	0



第7図 自家採種株及び市販種子株の収量

第2表 果実の糖度 (%)

		測定個体数	最低値	最高値	平均値
自家採種株	無マルチ栽培	21(果)	5.4	7.2	6.4
	紙マルチ栽培	18	5.4	7.8	6.7
	藁マルチ栽培	15	4.4	5.6	4.9
市販種子株	無マルチ栽培	18	5.4	7.0	6.1
	紙マルチ栽培	20	5.8	6.8	6.4
	藁マルチ栽培	14	4.0	6.2	4.8

第3表 ゴーヤーの収量と品質 (各収量の平均値)

品種	収量(果)	果実長(cm)	果径(cm)	果重(g)
長身苦瓜	12	15.6	3.4	62.6
薩摩大長	14	19.1	3.5	71.5
常夏中長	11	14.0	4.4	87.7
江門苦瓜	18	12.7	4.3	74.4
大頂苦瓜	6	11.1	5.5	79.8
大頂苦瓜 (無肥)	13	9.4	4.6	58.4
大頂苦瓜 (有肥)	25	8.8	4.7	61.9



写真1 無マルチ及び紙マルチ畝で生育中の自家採種株と市販種子株（定植後92日目）



写真2 藁マルチ畝で生育中の自家採種株と市販種子株（定植後74日目）



写真3 生育中の自家採種株の果実（定植後75日目）



写真4 生育中の市販種子株の果実（定植後75日目）



写真5 無肥及び有肥畑で生育中のゴーヤー（定植後31日目）



写真6 ゴーヤー（品種：江門苦瓜）の着果状態（定植後114日目）



写真7 完熟し裂果したゴーヤー



写真8 試験栽培し収穫した5品種のゴーヤー

無施肥無農薬栽培野菜の成分調査と無施肥無農薬栽培田および畑地の土壌特性

近畿大学農学部応用生命化学科 森本正則

無施肥無農薬栽培野菜のミネラル分析・ポリフェノール定量を実施し、食味を含めた無施肥無農薬栽培における食品成分の特性に関する知見を得ることを目的とした。さらに水田や畑地における季節的な肥料・ミネラル成分に由来する電解質のモニタリングに関する基礎的データを得ることも併せて実施した。

〔材料・方法〕

NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会より収集、提供いただいた乾燥野菜をブレンダーで粉碎後、正確に 3g 秤量後、0.1 N 塩酸-超純水 30 ml を加え 27 度、135 rpm で 24 時間振盪抽出を行った。抽出試料はろ紙を用いて自然濾過し、それらを 5 倍（ナトリウム：Na, マグネシウム：Mg, カルシウム：Ca, マンガン：Mn, 鉄：Fe）サンプルによっては 2 倍（ヒ素：As, 水銀：Hg, 銅：Cu, カドミウム：Cd, 鉛：Pb）希釈して島津製作所製 ICPS-7500 プラズマ発光分析装置（ICP）を用いて各ミネラル量または金属量を定量した。

ポリフェノール量は、ICP 分析に使用した抽出物を 200 倍希釈したものに対して、フォーリン・デニス法によってクロロゲン酸等量として定量した。タングステン酸ナトリウム(12.5 g)、リンモリブデン酸(2.5 g)、リン酸(6.25 ml)、水(94 ml)を 2.5 時間還流煮沸し、冷却後、水を加えて 500 ml としたものを、フォーリン試薬として調製した。野菜抽出液 200 倍希釈物(5 ml)にフォーリン試薬(5 ml)を加えてよく混和し、3 分後に 10%炭酸ナトリウム水溶液(5 ml)を加え振とうして 1 時間室温で静置した後の 760 nm における吸光度を測定した。試料のポリフェノール含有量は代表的な植物ポリフェノールであるクロロゲン酸を用いた検量線からクロロゲン酸等量として算出した。

水田や畑地における季節的な肥料・ミネラル成分に由来する電解質のモニタリングは、NPO 無肥研にデータ収集いただいた。調査水田の用水、田面水を直接測定し、畑土壌は 2mm メッシュのふるいを通した乾土換算 5 g の生土に蒸留水を 25ml 加え、数分振盪後、3 時間程度放置し、測定前に再度攪拌した懸濁状態で測定（Twin Cond B-17, 堀場製作所社製）

[結果・考察]

ヒ素、水銀、カドミウム、鉛などの有害金属は、5 倍希釈液において今回の ICP 分析の検出限界以下（0.1ppm 以下）であった。葉色の濃い野菜においては葉緑素に由来する Mg 量が多く、ネギやホウレンソウでは鉄分が多く検出された。今回、対象区の作物がないことと異なる栽培地で共通する植物サンプルがないことから簡単に比較できないが、他地区と比べて野洲市の圃場で収穫された作物のナトリウム濃度が高く、ポリフェノール量が少ない傾向が認められ、これは地域性かもしれない。また、今回のポリフェノール量は ICP 分析用に抽出したサンプルを用いたため、通常の値よりも高値を示している。これは抽出液中の酸によって植物成分が加水分解を受けたためだと考えられる。

水田の電気伝導度（EC）のデータを考察すると、慣行田付近の用水、田面水は 100～200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲であることから考えると、無施肥田のそれもほぼ同じであった。小倉の水田では、用水路の EC 値が水田の水口とほぼ同値である。しかし、これは水尻で減少することから用水中の電解質成分が稲または土壤に吸収されていることを示していると考えられた。野洲の水田ではそのような傾向は認められなかった。ここの対象田で施肥に伴う EC 値の変化を見てみると施肥に伴う EC 値の上昇とともに水尻での値が非常に高く、水田の外へ肥料成分の多くが流出している様子が見受けられる。亀岡では無施肥田と比較して追肥によると推察される EC 値の上昇が見受けられる以外、測定データ中の差違は認められず用水の数値を反映している。滋賀県大中は、施肥区で高値となる傾向が得られている。しかし、栽培地によって用水の値にばらつきがあることから基準値を設定することは難しい。

畑土壤の EC 値においては、山科で H15 のデータを加味しても上田圃場は低値であり肥料成分の少ない土壤であると考えられる。しかし、作付けされる作物によっても土壤中に固定された成分の溶出が変わる可能性もある。

EC 値は、慣行農法においても施肥管理を行う一つの指標として使用されるとともに測定が簡便であることから、自然農法の土壤管理として周辺の状況、施肥、気象情報と並列することで、そこで生産された作物の養分程度や由来を推察することが出来ると考える。さらに特定のイオン種に着目することで見えてくる事柄もあると予想できることから、EC の経時的変化が特徴的な産地についてはイオンクロマトなどを併用した環境分析が相応かと思われる。

表1 野菜類の成分分析

野菜	栽培地	Na	Mg	Ca	Mn	Fe	PP	年数
サニーレタス	京都市山科区日ノ岡	185.5	143.3	387.0	tr	4.1	2060	36
ホウレンソウ	滋賀県野洲市小篠原	1758.5	470.0	2.2	1.9	8.2	1380	13
キクナ	滋賀県野洲市小篠原	1366.3	294.7	402.0	0.06	0.13	1500	13
ハクサイ	京都市宇治市小倉	118.1	92.2	249.6	tr	2.4	3720	5
キャベツ	京都市宇治市小倉	26.4	59.5	266.3	tr	tr	2480	5
ネギ	京都市宇治市小倉	45.4	74.1	42.4	1.2	14.3	1640	5
ダイコン	京都市宇治市小倉	325.9	103.5	----	tr	2.9	3220	5

単位：mg/100g、PP:ポリフェノール量、tr: 極少

(参考) 平成15年度:

表4 野菜のポリフェノール量と栽培土壌の電気伝導度 (EC)

野菜名	産地	継続 年数	ポリフェノール量		EC μS / cm	生産者
			葉	根		
カブ	滋賀県野洲郡野洲町	8	0.722	0.196		NPO 無肥研
キクナ	滋賀県野洲郡野洲町	8	0.376	-----		NPO 無肥研
ニンジン	滋賀県野洲郡野洲町	8	0.644	tr.		NPO 無肥研
ニンジン	京都市山科区北花山	31	0.660	0.238	17	上田 修一
チシャ	京都市山科区日ノ岡	31	0.788	-----	29	NPO 無肥研
ネギ	京都市左京区岩倉	31	0.512	-----		NPO 無肥研
ネギ	京都市山科区北花山	31	0.544	-----		上田 修一
キャベツ	滋賀県野洲郡野洲町	13	0.242	-----		NPO 無肥研
ダイコン	滋賀県野洲郡野洲町	8	0.853	0.266	22	NPO 無肥研
ダイコン	京都市山科区日ノ岡	31	0.209	0.124		NPO 無肥研
ダイコン	京都市左京区岩倉	31	0.327	0.307	15	NPO 無肥研
ダイコン	京都市山科区北花山	31	1.450	0.393	13	上田 修一
ダイコン (有肥)	京都市山科区北花山	0	1.068	0.467		上田 務

ポリフェノール量: g / 100g 乾燥重量 tr: 極少

EC 値 野洲のダイズ (32)、ホウレンソウ (102)、サトイモ (25) の各栽培土壌

表2 水田の季節的な肥料・ミネラル成分に由来する電解質のモニタリング 1

水田名	測定位置	05月21日	05月22日	06月24日	06月25日	07月24日	07月25日	07月26日	07月27日	07月28日	08月01日	08月02日	08月03日	08月04日	08月05日	08月06日	08月07日	08月08日	08月09日	08月10日	08月11日	08月12日	08月13日	08月14日	08月15日	08月16日	08月17日	08月18日	08月19日	08月20日	08月21日	08月22日	08月23日	08月24日	08月25日	08月26日	08月27日	08月28日	08月29日	08月30日	08月31日	09月01日	09月02日	09月03日	09月04日	09月05日	09月06日	09月07日	09月08日	09月09日	09月10日	09月11日	09月12日	09月13日	09月14日	09月15日	09月16日	09月17日	09月18日	09月19日	09月20日	09月21日	09月22日	09月23日	09月24日	09月25日	09月26日	09月27日	09月28日	09月29日	09月30日	09月31日	10月01日	10月02日	10月03日	10月04日	10月05日	10月06日	10月07日	10月08日	10月09日	10月10日	10月11日	10月12日	10月13日	10月14日	10月15日	10月16日	10月17日	10月18日	10月19日	10月20日	10月21日	10月22日	10月23日	10月24日	10月25日	10月26日	10月27日	10月28日	10月29日	10月30日	10月31日	11月01日	11月02日	11月03日	11月04日	11月05日	11月06日	11月07日	11月08日	11月09日	11月10日	11月11日	11月12日	11月13日	11月14日	11月15日	11月16日	11月17日	11月18日	11月19日	11月20日	11月21日	11月22日	11月23日	11月24日	11月25日	11月26日	11月27日	11月28日	11月29日	11月30日	12月01日	12月02日	12月03日	12月04日	12月05日	12月06日	12月07日	12月08日	12月09日	12月10日	12月11日	12月12日	12月13日	12月14日	12月15日	12月16日	12月17日	12月18日	12月19日	12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日	12月27日	12月28日	12月29日	12月30日	12月31日	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年	2036年	2037年	2038年	2039年	2040年	2041年	2042年	2043年	2044年	2045年	2046年	2047年	2048年	2049年	2050年	2051年	2052年	2053年	2054年	2055年	2056年	2057年	2058年	2059年	2060年	2061年	2062年	2063年	2064年	2065年	2066年	2067年	2068年	2069年	2070年	2071年	2072年	2073年	2074年	2075年	2076年	2077年	2078年	2079年	2080年	2081年	2082年	2083年	2084年	2085年	2086年	2087年	2088年	2089年	2090年	2091年	2092年	2093年	2094年	2095年	2096年	2097年	2098年	2099年	2100年	2101年	2102年	2103年	2104年	2105年	2106年	2107年	2108年	2109年	2110年	2111年	2112年	2113年	2114年	2115年	2116年	2117年	2118年	2119年	2120年	2121年	2122年	2123年	2124年	2125年	2126年	2127年	2128年	2129年	2130年	2131年	2132年	2133年	2134年	2135年	2136年	2137年	2138年	2139年	2140年	2141年	2142年	2143年	2144年	2145年	2146年	2147年	2148年	2149年	2150年	2151年	2152年	2153年	2154年	2155年	2156年	2157年	2158年	2159年	2160年	2161年	2162年	2163年	2164年	2165年	2166年	2167年	2168年	2169年	2170年	2171年	2172年	2173年	2174年	2175年	2176年	2177年	2178年	2179年	2180年	2181年	2182年	2183年	2184年	2185年	2186年	2187年	2188年	2189年	2190年	2191年	2192年	2193年	2194年	2195年	2196年	2197年	2198年	2199年	2200年	2201年	2202年	2203年	2204年	2205年	2206年	2207年	2208年	2209年	2210年	2211年	2212年	2213年	2214年	2215年	2216年	2217年	2218年	2219年	2220年	2221年	2222年	2223年	2224年	2225年	2226年	2227年	2228年	2229年	2230年	2231年	2232年	2233年	2234年	2235年	2236年	2237年	2238年	2239年	2240年	2241年	2242年	2243年	2244年	2245年	2246年	2247年	2248年	2249年	2250年	2251年	2252年	2253年	2254年	2255年	2256年	2257年	2258年	2259年	2260年	2261年	2262年	2263年	2264年	2265年	2266年	2267年	2268年	2269年	2270年	2271年	2272年	2273年	2274年	2275年	2276年	2277年	2278年	2279年	2280年	2281年	2282年	2283年	2284年	2285年	2286年	2287年	2288年	2289年	2290年	2291年	2292年	2293年	2294年	2295年	2296年	2297年	2298年	2299年	2300年	2301年	2302年	2303年	2304年	2305年	2306年	2307年	2308年	2309年	2310年	2311年	2312年	2313年	2314年	2315年	2316年	2317年	2318年	2319年	2320年	2321年	2322年	2323年	2324年	2325年	2326年	2327年	2328年	2329年	2330年	2331年	2332年	2333年	2334年	2335年	2336年	2337年	2338年	2339年	2340年	2341年	2342年	2343年	2344年	2345年	2346年	2347年	2348年	2349年	2350年	2351年	2352年	2353年	2354年	2355年	2356年	2357年	2358年	2359年	2360年	2361年	2362年	2363年	2364年	2365年	2366年	2367年	2368年	2369年	2370年	2371年	2372年	2373年	2374年	2375年	2376年	2377年	2378年	2379年	2380年	2381年	2382年	2383年	2384年	2385年	2386年	2387年	2388年	2389年	2390年	2391年	2392年	2393年	2394年	2395年	2396年	2397年	2398年	2399年	2400年	2401年	2402年	2403年	2404年	2405年	2406年	2407年	2408年	2409年	2410年	2411年	2412年	2413年	2414年	2415年	2416年	2417年	2418年	2419年	2420年	2421年	2422年	2423年	2424年	2425年	2426年	2427年	2428年	2429年	2430年	2431年	2432年	2433年	2434年	2435年	2436年	2437年	2438年	2439年	2440年	2441年	2442年	2443年	2444年	2445年	2446年	2447年	2448年	2449年	2450年	2451年	2452年	2453年	2454年	2455年	2456年	2457年	2458年	2459年	2460年	2461年	2462年	2463年	2464年	2465年	2466年	2467年	2468年	2469年	2470年	2471年	2472年	2473年	2474年	2475年	2476年	2477年	2478年	2479年	2480年	2481年	2482年	2483年	2484年	2485年	2486年	2487年	2488年	2489年	2490年	2491年	2492年	2493年	2494年	2495年	2496年	2497年	2498年	2499年	2500年	2501年	2502年	2503年	2504年	2505年	2506年	2507年	2508年	2509年	2510年	2511年	2512年	2513年	2514年	2515年	2516年	2517年	2518年	2519年	2520年	2521年	2522年	2523年	2524年	2525年	2526年	2527年	2528年	2529年	2530年	2531年	2532年	2533年	2534年	2535年	2536年	2537年	2538年	2539年	2540年	2541年	2542年	2543年	2544年	2545年	2546年	2547年	2548年	2549年	2550年	2551年	2552年	2553年	2554年	2555年	2556年	2557年	2558年	2559年	2560年	2561年	2562年	2563年	2564年	2565年	2566年	2567年	2568年	2569年	2570年	2571年	2572年	2573年	2574年	2575年	2576年	2577年	2578年	2579年	2580年	2581年	2582年	2583年	2584年	2585年	2586年	2587年	2588年	2589年	2590年	2591年	2592年	2593年	2594年	2595年	2596年	2597年	2598年	2599年	2600年	2601年	2602年	2603年	2604年	2605年	2606年	2607年	2608年	2609年	2610年	2611年	2612年	2613年	2614年	2615年	2616年	2617年	2618年	2619年	2620年	2621年	2622年	2623年	2624年	2625年	2626年	2627年	2628年	2629年	2630年	2631年	2632年	2633年	2634年	2635年	2636年	2637年	2638年	2639年	2640年	2641年	2642年	2643年	2644年	2645年	2646年	2647年	2648年	2649年	2650年	2651年	2652年	2653年	2654年	2655年	2656年	2657年	2658年	2659年	2660年	2661年	2662年	2663年	2664年	2665年	2666年	2667年	2668年	2669年	2670年	2671年	2672年	2673年	2674年	2675年	2676年	2677年	2678年	2679年	2680年	2681年	2682年	2683年	2684年	2685年	2686年	2687年	2688年	2689年	2690年	2691年	2692年	2693年	2694年	2695年	2696年	2697年	2698年	2699年	2700年	2701年	2702年	2703年	2704年	2705年	2706年	2707年	2708年	2709年	2710年	2711年	2712年	2713年	2714年	2715年	2716年	2717年	2718年	2719年	2720年	2721年	2722年	2723年	2724年	2725年	2726年	2727年	2728年	2729年	2730年	2731年	2732年	2733年	2734年	2735年	2736年	2737年	2738年	2739年	2740年	2741年	2742年	2743年	2744年	2745年	2746年	2747年	2748年	2749年	2750年	2751年	2752年	2753年	2754年	2755年	2756年	2757年	2758年	2759年	2760年	2761年	2762年	2763年	2764年	2765年	2766年	2767年	2768年	2769年	2770年	2771年	2772年	2773年	2774年	2775年	2776年	2777年	2778年	2779年	2780年	2781年	2782年	2783年	2784年	2785年	2786年	2787年	2788年	2789年	2790年	2791年	2792年	2793年	2794年	2795年	2796年	2797年	2798年	2799年	2800年	2801年	2802年	2803年	2804年	2805年	2806年	2807年	2808年	2809年	2810年	2811年	2812年	2813年	2814年	2815年	2816年	2817年	2818年	2819年	2820年	2821年	2822年	2823年	2824年	2825年	2826年	2827年	2828年	2829年	2830年	2831年	2832年	2833年	2834年	2835年	2836年	2837年	2838年	2839年	2840年	2841年	2842年	2843年	2844年	2845年	2846年	2847年	2848年	2849年	2850年	2851年	2852年	2853年	2854年	2855年	2856年	2857年	2858年	2859年	2860年	2861年	2862年	2863年	2864年	2865年	2866年	2867年	2868年	2869年	2870年	2871年	2872年	2873年	2874年	2875年	2876年	2877年	2878年	2879年	2880年	2881年	2882年	2883年	2884年	2885年	2886年	2887年	2888年	2889年	2890年	2891年	2892年	2893年	2894年	2895年	2896年	2897年	2898年	2899年	2900年	2901年	2902年	2903年	2904年	2905年	2906年	2907年	2908年	2909年	2910年	2911年	2912年	2913年	2914年	2915年	2916年	2917年	2918年	2919年	2920年	2921年	2922年	2923年	2924年	2925年	2926年	2927年	2928年	2929年	2930年	2931年	2932年	2933年	2934年	2935年	2936年	2937年	2938年	2939年	2940年	2941年	2942年	2943年	2944年	2945年	2946年	2947年	2948年	2949年	2950年	2951年	2952年	2953年	2954年	2955年	2956年	2957年	2958年	2959年	2960年	2961年	2962年	2963年	2964年	2965年	2966年	2967年	2968年	2969年	2970年	2971年	2972年	2973年	2974年	2975年	2976年	2977年	2978年	2979年	2980年	2981年	2982年	2983年	2984年	2985年	2986年	2987年	2988年	2989年	2990年	2991年	2992年	2993年	2994年	2995年	2996年	2997年	2998年	2999年	3000年	3001年	3002年	3003年	3004年	3005年	3006年	3007年	3008年	3009年	3010年	3011年	3012年	3013年	3014年	3015年	3016年	3017年	3018年	3019年	3020年	3021年	3022年	3023年	3024年	3025年	3026年	3027年	3028年	3029年	3030年	3031年	3032年	3033年	3034年	3035年	3036年	3037年	3038年	3039年	3040年	3041年	3042年	3043年	3044年	3045年	3046年	3047年	3048年	3049年	
-----	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

 $\mu\text{ S/cm}$

表3 水田の季節的な肥料・ミネラル成分に由来する電解質のモニタリング2

水田名	測定位置	05月22日	07月02日	07月04日	07月07日	07月12日	07月22日	07月23日	08月02日	08月12日	08月21日	追肥・施肥開始年	所在地
中道	バルブ		128				155		水なし				
	水口	112	93			120	中干し		干し	干し		2007年	滋賀県中主
	水尻	97	94			77			出穂前				
中道対照 施肥田					中干し								
	水口	70	145			84	135		178			施肥	滋賀県中主
	水尻	59	61			51	440		90				
坪田	水路		166				179	出穂始め	196	230	200		
	水口		167			169	中干し	開花	240	176	200	2000年	滋賀県大中
	水尻		127			140			なし	200	水なし		
坪田対照 施肥田						145							
	水口		171			175	中干し		220	200	250	施肥	滋賀県大中
	水尻		111			200			191	188	200		
沢	水路		157			95			210	174	179		
	水口		160			149	渇り水→		170	189	153	1998年	滋賀県大中
	水尻		166			150			168	114	112		
木戸口Ⅰ	水路		115					出穂	118	110	142		
	水口		85					登熟	133	122	120	2003年	滋賀県大中
	水尻		28						56	105	111		
木戸口Ⅱ	水路		113					出穂	116	122	149		
	水口		105					登熟	138	121	129	2006年	滋賀県大中
	水尻		36						63	100	水なし		
木戸口Ⅰ 対照施肥 田	水路		112										
	水口		94					施肥後	118	124	142	施肥	滋賀県大中
	水尻		64						94	135	149		
木戸口Ⅱ 対照施肥 田	水路												
	水口		追肥直後→	143					128	干し	200	施肥	滋賀県大中
	水尻		追肥直後→	117					155		140		
今立	バルブ				330		117						
	水口				162		280					1997年	福井県今立
	水尻				92		280						
中村Ⅰ	水路				77								
	水口				166							2003年	福井県大野
	水尻				61								
中村Ⅳ	水路				71								
	水口				72							2003年	福井県大野
	水尻				37								

 $\mu\text{S/cm}$

表4 無施肥圃場の季節的な肥料・ミネラル成分に由来する電解質のモニタリング

型名	測定位置	07月02日	07月08日	07月09日	07月21日	07月25日	07月28日	08月04日	07月12日	07月14日	圃場設置開始年	所在地	備考(栽培作物)
日ノ岡	中央								26				サニーレタス
	ハウスJK		290						220				トマト・ホウレンソウ
	ハウスDE		87						133		1972年	京都市山科区	トマト・ダイコン
	H		120						29				ピーマン・コムギ
野洲-IV	施肥区		73						45				ゴーヤー・コムギ
		101								22			シシトウ
		58								25	1995年	滋賀県野洲市	ネギ苗・ニンジン
		36								31			ネギ
小宮		52								26			ナス・ダイコン
	ハウス	200								65	1995年	滋賀県野洲市	トマト・ホウレンソウ
			144							91			サトイモ
		キュウリ	57							35			ダイコン
上田		スイカ	82							33	2003年	京都市伏見区	ハクサイ
		インゲン	73							31			キャベツ
		山科トウモロコシ	80							35			サニーレタス
		24											カボチャ
飯岡池上	家根									26	1971年	京都市山科区	エンドウ・エンドウ
		31											サシマイモ1
		24								16			サシマイモ2
		38											エンドウ
飯岡古根	ハウス	50								49	1971年	京都市山科区	オクラ・グイコン
		69								53			キュウリ・ダイコン
		22								36			秋田トウモロコシ・ダイコン
	V	27								18	1971年	京都市山科区	トマト
与島		34								21			インゲン・ダイコン
	中央					340					1998年	京田辺市	ネギ
	中央					280					1997年	京田辺市	ネギ
	ハウス				67						2003年	高山市上切町	トマト
稲倉	開墾地				24						2004年	高山市上切町	ピーマン
	1番				155						2005年	郡上市石塚白	ナス
	3番				177						2005年	郡上市石塚白	トウモロコシ
	ハウス				105						2006年	郡上市石塚白	ミニトマト
若山	ハウス				83						2006年	郡上市石塚白	ズッキーニ
	5番				26						2003年	郡上市	パレイン
	6番				23						2003年	郡上市	メロン
	8番				34						2003年	郡上市	ニンジン
清水					38						2005年	高山市丹生川町	ズッキーニ
					85						2004年	高山市丹生川町	トマト
関野					74						2004年	埼玉県富士見市	ナス
					65						2004年	埼玉県富士見市	パレイン
村山													
	2年目圃場							48			2007年	三重県鈴鹿市	サトイモ

μS/cm

異なる施肥量で栽培した桑葉が 蚕児の核多角体病ウイルスとフロキシンに対する感受性におよぼす影響

栗田 光雄（無肥研）

古くから「桑千貫繭取らず」といわれ、桑葉の増収のために多肥栽培をすると病蚕の発生が多くなることは一般に知られているものの、施肥量を異にする桑葉で育蚕したときの蚕児の外來異物に対する感受性については調べられていない。桑葉質の良否判定は複雑な問題であるが、その判別指標の一つである桑葉の遊離アミノ酸組成が窒素施用量の差異や家蚕の耐病性とどのようにかかわっているかについては、ほとんど未解明である。

本試験は、長期にわたり無施肥および化学肥料施用栽培を継続してきた桑園について、桑葉の収量の長期動態、蚕児の誘引性と健康性、および繭の品質への影響を全体として明らかにしようとする研究の一環として行っているものである。本報告では、施肥量を異にして栽培した桑葉が、蚕児の家蚕核多角体病ウイルス（BmNPV）ならびに蚕児に毒性を示すフロキシンに対する感受性の差異におよぼす影響と、それに関与する桑葉質を判定する指針の一つとして桑葉の遊離アミノ酸組成に及ぼす施肥量の影響を明らかにしようとした。

材料と方法

1. 長期無施肥および施肥栽培桑で飼育した蚕児の BmNPV に対する感受性比較実験

実験には、長野県松本市の試験桑園から採取した桑葉を用いた。無施肥区と施肥区はスチロール製の波板で区分され、緩傾斜地の上位に無施肥区を設置し、1984年より無施肥無農薬栽培を継続している。施肥区には年間10a当りN 30kg、 P_2O_5 20kg、 K_2O 20kgを化学肥料で施肥した。両区とも年に3～5回除草し、落葉も圃場外へ除去した。なお、無施肥栽培を継続した区では1984～2002年の年平均収量は 2000 ± 128 kg/10a、施肥区では 2048 ± 123 kg/10a となっている。供試圃場における土壌窒素や桑樹の収量とその関連形質の長期動態については別報で報告している。

実験は、晩秋蚕期と春蚕期の2回行なった。供試した蚕品種は、晩秋蚕期が芙・蓉×東・海、春蚕期が朝・日×東・海であった。蚕児は、掃立から実験終了まで、無施肥区および施肥区の桑葉でそれぞれ育てた。

BmNPV は、10倍段階希釈し 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} の3種類の溶液を作り供試した。ウイルスは次の2つの方法を用い、それぞれ5齢脱皮時に接種した。1つは、晩秋蚕期に、それぞれの溶液を無施肥区、施肥区から採取した飼料桑葉全面に塗布し、風乾したものを、5齢脱皮後12時間経過した蚕児に24時間供与した（経口試験）。24時間の経口接種後は、各区の桑

葉飼料を上簇まで与えた。経口試験は各区 5頭で行なった。もう1つは、春蚕期に、5齡脱皮後12時間経過した時点で、それぞれの希釈溶液を50 μ lずつ注射器で接種した(経皮試験)。経皮試験は各区5頭を3連制で行なった。

BmNPV に対する感受性は、ウイルス接種後、蚕児が死亡または上簇するまで観察を続け、経口試験では上簇時での50%致死濃度(LC₅₀)を、経皮試験では上簇時での50%致死量(LD₅₀)をプロビット法によりそれぞれ求めて、比較した。

2. 施肥量を異にして栽培した桑葉で飼育した蚕児のフロキシシンに対する感受性試験

実験は、春および晩秋蚕期に行なった。供試桑葉は、試験前年春に埴土(17年間無施肥)と砂を混合(1:1)した土壌12kgを填めた径40cmのプラスチック製の鉢に1年生挿木苗(品種:一ノ瀬)を1本植え、1条仕立て栽培した桑樹から採取した。施肥試験区は鉢当たり年間 N 2.0g, P₂O₅ 1.5g, K₂O 2.0gを基本区(N2区)とし、N1.5倍区(N3区)、N半量区(N1区)、無N区(N0区)および無施肥区(NF区)の計5区であり、それぞれ16鉢設置した。蚕児は掃立から上簇まで、それぞれの区の桑葉で育てた。

春蚕期の試験は、NF区と N3区の 2区の桑葉を用い、それぞれの桑葉で育てた春嶺×鐘月の 5齡脱皮後12時間目から、0.04、0.4 および 4%フロキシシン水溶液を桑葉に塗布し、24時間投与した。それぞれ 5頭 2連制とし、蚕児が死亡または上簇するまで観察を続けた。晩秋蚕期は、N3区、N2区、N1区、N0区、NF区の 5区の桑葉で育てた錦秋×鐘和の蚕児を用い、5齡脱皮後12時間目に4%フロキシシン水溶液を桑葉に塗布し、24時間投与した。試験は、各区 5頭 2連制で行ない、蚕児が死亡または上簇するまで観察を続けた。

春蚕期の試験では、フロキシシン投与後 150時間目のLC₅₀値をプロビット法により求め、フロキシシンに対する感受性を比較した。また晩秋蚕期には、フロキシシンの経口投与から蚕児が死亡するまでの時間を求め、それぞれの区の半数致死時間(LT₅₀)をプロビット法により求め、フロキシシンに対する感受性を比較した。

3. 桑葉の遊離アミノ酸分析

桑葉の遊離アミノ酸分析には、フロキシシン投与試験に用いた桑樹から、植付け2年目の晩秋蚕期に採取した桑葉を供試した。熟度をそろえるために最大光葉を用いた。

結果と考察

1. 長期無施肥および施肥栽培桑で飼育した蚕児の BmNPV 感受性の差異

BmNPV 接種試験の結果は、表1 に示す通り、無施肥区の蚕児が施肥区の蚕児よりも経口接種の場合 LC₅₀値で 33.9倍、経皮接種の場合 LD₅₀値で 10.4倍大きな値となった。

これまで経口接種した場合の品種や葉位などを異にする桑葉で飼育した蚕児のウイルス感受性を比較した報告はあるものの、ウイルスの経皮接種に対する蚕児の感受性に関しては、蚕品種や飼育環境の違いの報告にとどまっているが、本試験は経口、経皮どちらの接種によっても施肥区の桑葉で育てた蚕児が無施肥区よりも強い BmNPV 感受性を示した。

春蚕期よりも秋蚕期の方がウイルス接種前後の供与桑葉の違いの影響が大きい原因として、主として貯蔵養分で生産された春蚕期の桑葉よりも、生育当年の施肥が直接影響する秋蚕期の方が施肥の違いによる栄養上の差異が大きくなり、それが蚕児の発育生理に影響を与え、ウイルス感受性に差異をもたらすのではないかとされている。また供与した桑葉の遺伝子型が桑葉質の栄養上のストレス程度をもたらし、蚕児の BmNPV に対する感受性に大きく影響しているともされている。これらのことから、施肥区の蚕児が BmNPV に対して強い感受性を示したことは、施肥が桑葉になんらかの栄養バランス、例えば蛋白質と炭水化物の比やアミノ酸の量的バランスなどに影響を与え、それらが蚕児の BmNPV に対する感受性に影響したことが考えられる。

2. 施肥量を異にして栽培した桑葉で飼育した蚕児のフロキシシン耐性の差異

ウイルス接種の場合、ウイルス濃度の定量やウイルスの活性度合いをそろえることが難しく、他の試験との比較を困難にしている。そこでフロキシシンの経口投与による腫瘍発現を利用し、異なる窒素施肥量の桑葉で育てた蚕児の毒性物質に対する感受性を比較した。

春蚕期の試験結果をもとに、フロキシシン投与後150時間目の LC_{50} 値を求めると、施肥区は 0.281% (95%信頼区間は0.262~0.302%) になったのに対して無施肥区では 2.16% (95%信頼区間は1.98~2.36%) となり、BmNPV 接種試験の結果と同じ傾向が見られた。

一方、窒素施用量を異にした桑葉について 4%フロキシシン溶液の投与試験を行なった結果 (図1)、窒素施用区 (N1, N2, N3区) と無施用区 (N0区, NF区) との間に顕著な差異が見られた。桑葉別の LT_{50} は、95%信頼区間で、NF区(138.8~166.2hr) > N0区(107.4~117.7hr) > N1区(82.6~94.6hr), N2区(73.0~83.9hr), N3区(67.9~79.7hr) という結果となった。窒素施用区 (N3, N2, N1区) と窒素無施用区 (N0およびNF区) との間にフロキシシン接種に対する感受性への明らかな差が認められたが、これはこれまでの研究で報告されているように無窒素で減蚕率が低くなるという結果と合致する。さらに本試験では窒素無施用でリン酸とカリの施用の有無のみが異なる N0区と NF区との間にもフロキシシン投与に対する感受性に明らかな差が見られたことから、リン酸およびカリの施用の蚕児の感受性への影響が示唆されており、興味深い結果となった。

3. 施肥量を異にして育てた桑葉の遊離アミノ酸含量の違い

栄養状態の指標の一つとしてそれぞれの桑葉の遊離アミノ酸を分析した結果を表2に示した。

N0からN3区のリン酸とカリを施用した区間で、窒素施用量とそれぞれのアミノ酸含有量の相関を見ると、Asp, Thr, Gln, Pro, Gly, Ala, Hisに $p<0.05$ で有意な相関関係が認められた。また Metは、窒素施用量との間に有意 ($p<0.01$) な負の相関が認められた。Met は蚕児の生長に対する制限アミノ酸の一つにあげられているが、その含量が窒素施用量の減少で増加するという本試験の結果は興味深い。

4%フロキシン投与後の LT_{50} と各区のアミノ酸含有量の相関を見ると、 γ -アミノ酪酸 (GABA)のみに $p<0.05$ で有意な負の相関が見られた。また無施肥区を除いた N0～N3区の窒素施用区において LT_{50} とアミノ酸含有量の間には、Asp, Cys, GABAで負の、また Met および必須アミノ酸の全アミノ酸に占める割合 (E/TA) において正の有意 ($p<0.05$) な相関が見られた。

また 窒素/炭素比の高い Gln や Asn, 特に Asn は若い葉で多量に蓄積され、葉の生長にともなって著しく減少すること知られている。本試験の施肥量を変えた場合でも、新鮮物中の Asn の含有量に顕著な差が認められ、N3区では 19.5%あったのに対して、NF区では 1.5%であった。窒素/炭素比の高いアミノ酸は、光合成による糖の生成が不十分な状態で根から窒素が豊富に供給されたときに窒素を蓄積する役割を果たしているともいわれており、本試験の結果から同じ環境条件でも窒素が豊富に供給された時に窒素/炭素比の高いアミノ酸の含量が増加することが示唆された。

以上、窒素施肥量の違いが桑葉のアミノ酸組成を介して蚕児の外来の異物に対する感受性に関与している可能性が示唆されたが、遊離アミノ酸以外にも桑葉質の良否を判定する方法は数多くあり、無施肥を含む窒素施肥量の違いが桑葉の化学的、物理的、および生物学的性質におよぼす影響については、個々のアミノ酸と蚕児の病原に対する感受性との間の直接的な関係の解明を含めて、今後の課題としたい。

表 1 施肥および無施肥クワで飼育したカイコに対する BmNPV の LD_{50} および LC_{50}

蚕期	BmNPV の接種方法	上簇時の $\log(LD_{50})$ または $\log(LC_{50})$	
		施肥区	無施肥区
晩秋	経口	4.934 $\pm$ 0.221	6.464 $\pm$ 0.222
春	皮下	5.152 $\pm$ 0.295	6.169 $\pm$ 0.293

皮下接種の場合は LD_{50} を、経口接種の場合は LC_{50} で示した。値はプロビット法を用いて ml 当りの多角体数で示した。土の後は標準偏差。

表 2 異なる施肥量で栽培した新鮮葉中の遊離アミノ酸含量 (mg/g 新鮮葉)

アミノ酸	N3	N2	N1	N0	NF
Asp	0.169	0.111	0.103	0.021 *	0.020
Thr	0.030	0.020	0.015	0.013 *	0.009
Ser	0.070	0.052	0.047	0.042	0.032
Asn	0.749	0.262	0.047	0.006	0.003
Glu	0.109	0.046	0.082	0.056	0.084
Gln	0.085	0.050	0.017	0.009 *	0.006
Pro	0.162	0.095	0.073	0.035 *	0.023
Gly	0.020	0.018	0.013	0.010 *	0.008
Ala	0.114	0.088	0.048	0.029 #	0.023
Val	0.022	0.019	0.014	0.015	0.010
Met	0.014	0.016	0.018	0.021 #	0.015
Cys	0.044	0.037	0.037	0.021	0.029
Ile	0.010	0.009	0.007	0.009	0.005
Leu	0.028	0.035	0.020	0.028	0.016
Tyr	0.017	0.007	0.004	0.006	0.002
Phe	0.025	0.022	0.015	0.023	0.015
β -Ala	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
GABA	0.468	0.435	0.391	0.181	0.131
His	0.004	0.003	0.002	0.002 *	0.002
Lys	0.008	0.012	0.007	0.001	0.006
Arg	0.051	0.013	0.008	0.007	0.004
Total	2.201	1.349	0.970	0.534	0.443

N0, N1, N2 および N3 はそれぞれポット当たり 0g, 1.0g, 2.0g および 3.0g の N と 2.0g K_2O ならびに 1.5g P_2O_5 を施用した。NF は NPK を無施用とした。
下線を引いた部分はアミノ酸含有量と窒素施用量との間に相関があることを示す。*および**はそれぞれ $p < 0.05$ および $p < 0.01$ を示す。

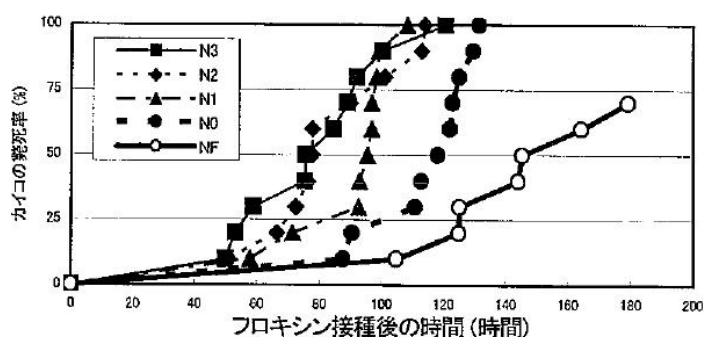


図 1 異なる窒素施用量、ポット当たり 0 (N0), 1 (N1), 2 (N2) および 3 (N3) g と 2.0g K_2O ならびに 1.5g P_2O_5 、および無施肥(NF)の桑葉で飼育したカイロが 4%フロキシシンを接種後に斃死する割合の推移。

無施肥無農薬田土壌の湛水状態における

雑草の発生について

報告者 芦 田 馨

日本の多くの農業では、化学肥料や農薬の使用によって大量の生産物を安価かつ安定的に生産しているが、近年、食の安全性、環境保全の観点から農薬に対する考え方が見直され、持続的な環境保全型農業の関心が高まっている。その中で当 NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会では、雑草対策として、人力、田打車などにより徹底した雑草管理が行われている。

実験 1 小倉における栗東の無施肥無農薬田土壌の客土土壌、小倉の無施肥無農薬田土壌および小倉隣接慣行田の土壌の雑草発生調査。

我々は、2001 年度より、滋賀県栗東市などにおける無施肥無農薬田の土壌を用いて、雑草の発生調査を行ってきた。しかし、2006 年に栗東の無施肥無農薬田（57 年継続）の栽培が断絶され、水田表土が現小倉の水田に客土された。栽培方法も従来のかげ流し農法と異なり、湛水条件下で栽培されている。我々の実験も従来より湛水条件下での雑草発生調査を行っている。

使用した土壌は、2008 年 5 月 1 日に採集した。栗東より客土された水田土壌と当地で無施肥無農薬によって 13 年間水稻を継続栽培されている土壌を採集した。また、対照区として隣接する慣行田 3 水田より各番号ごとに 200g の土壌を採集した。3 水田の模式図および推定の水の流れを図-1 に示した。

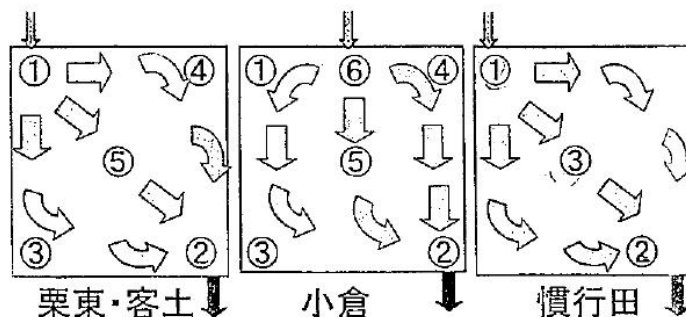


図-1 土壌採集場所の模式図（2008 年 5 月）

↓: 水口 ↓: 水尻 ↓: 水の流れ (推定)

実験方法は、採集した土壌をビニールハウス内で乾燥させ、さらに5mmの間隙のフルイに通し石やワラクズを取り除き、15.0×11.0cmのスチール製バットに100gの土壌をいれ、水道水で湛水状態にして6月から11月までに発生した雑草の本数を月別、種類別に測定した。なお、測定した雑草の草丈は、約1.5cm以上の雑草を対象とした。

6月から11月の各水田土壌からの雑草発生本数の平均を図-2に示した。

無施肥無農薬田の小倉が850本/m²と最も少なく、次に栗東の客土で1500本/m²の発生が見られた。慣行田は2700本/m²と小倉の3倍発生が見られた。特に強害草のカヤツリグサが多く発生し、放置しておくとも稲の収量にも影響を及ぼす量であった。

栗東の客土田では、アゼナが多く発生したが、以前の実験とほぼ同じ傾向が見られた。また、慣行区では、カヤツリグサが77%を占めていた。

次に採集別雑草発生本数を、図-3に示した。栗東の客土田では、水口が最も多く、次に水があまり動かないむ3番と水尻が多く発生した。小倉田では3番、慣行田では、中央と水尻が、栗東の客土田の2900本/m²より多くの発生が見られた。

以上の結果より、発生した雑草種子の多くは、埋土種子が大部分を占めていると考えられるが、湛水にするために外部から

らの水の取入れ時に、水と一緒に流入し、湛水時に表土に沈み、最適発生時期まで埋土種子として残っていると考えられた。

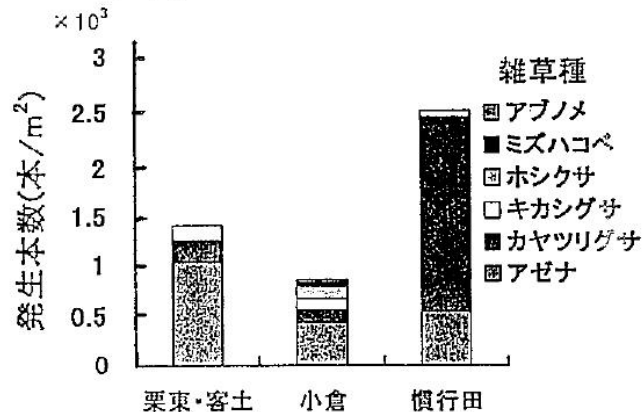


図-2 3水田における雑草発生本数(平均)と雑草種

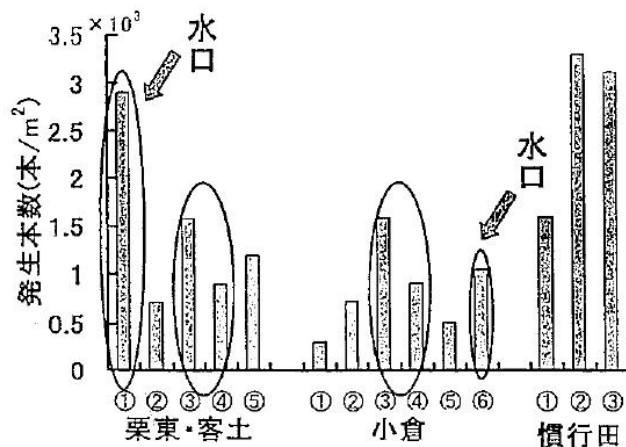


図-3 土壌採集場所別雑草発生本数

(6月～11月の合計)

実験2 栗東無施肥無農薬田土壌での雑草発生実験

実験に使用した土壌は、2006年5月11日に栗東の無施肥無農薬田の表土を採集した。生の土壌5kg（乾重3.7kg）を44.0×75.0×7.5cmのプラスチックバットに入れ水道水で湛水状態にした。抜き取り調査は、9月末日に2バットを、また実験の終了時（11月末日）には、9月に抜き取って放置していた2バットと6月から11月まで放置していた2バットの1.5cm以上の雑草を抜き取り、植物種ごとの本数と、種類別の乾重を測定した。

その結果を図-4,5に示した。6月から9月までに発生した区をA区、9月から11月に発生した区をB区、6月から11月に発生した区をC区とした。

抜き取り時の雑草発生本数は、図-4に示した。9月に抜き取ったA区は、約1300本/m²であったの

に対し、6月から放置されていたC区は、約1200本/m²とほぼ同じ発生本数となった。9月に抜き取った後11月まで放置されたB区は、さらに約700本/m²の発生が見られた。このことは、9月に抜き取ったために、次に発生するための空間ができ、埋土種子が発生したと考えられた。それに対し6月から11月まで放置されたC区は、雑草の草丈も大きくなり、さらに根も大きく張り、次の埋土種子の発生空間がなくなり、そのまま残っているものと考えられた。

抜き取り時の雑草の乾重（図-5）を見ると、発生本数とよく似た傾向が見られた。しかし、A区とB区が発生本数では、ほぼ同じ値であったのに対しA区が約54g/m²、6月から11月の放置C区が約36g/m²となり1.5倍の差が見られた。また、9月抜き取り後11月まで放置されたB区も約9g/m²と少なくなった。この事は、9月は雑草の生長が大の時期であ

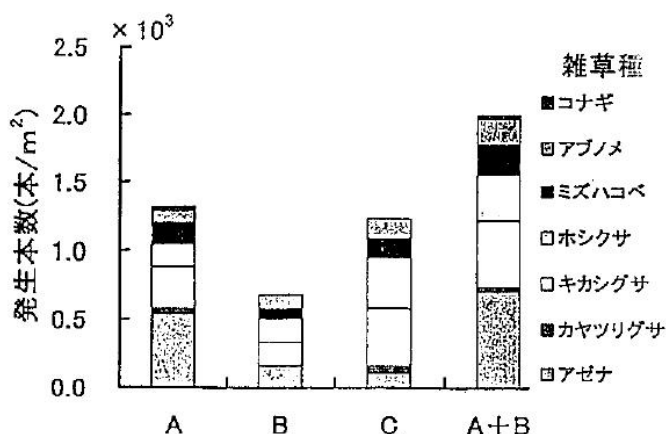


図-4 抜き取り時の雑草発生本数（雑草種別）
A: 9月抜き取り B: 11月抜き取り（9月抜き取り区）C: 11月抜き取り

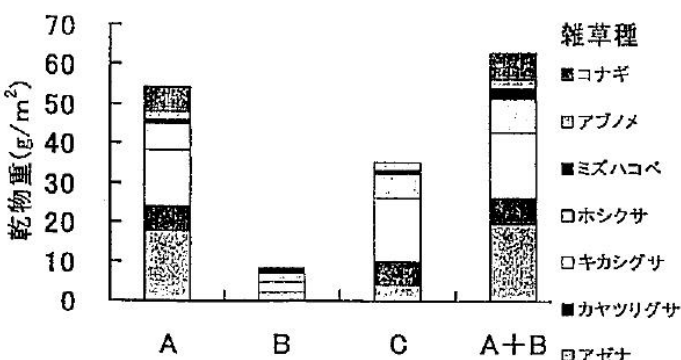


図-5 抜き取り時の雑草の乾物重（雑草種別）
A: 9月抜き取り B: 11月抜き取り（9月抜き取り区）C: 11月抜き取り

るのに対し、11月には、生長が止まり枯死する雑草も多く見られたのが原因と考えられた。

通常と異なる極端な実験のために通常の稲作栽培には適応しないが、例えば放置栽培をしたとして途中で除草をすると発生空間が大となり、より多くの埋土種子の発生が見られる事がわかった。

現実には、稲の苗を移植して約35日後には、稲による遮蔽率が80～90%となり、雑草の発生が光不足のために発芽が、抑制される事が実験によって明らかにされています。そのために田植え後の除草によって埋土種子が発生するのも限られると考えられた。

これらの結果により、各水田の場所別雑草の発生本数については、水田の水口、水尻の位置や水の流れ、流量なども埋土種子のたまり具合に影響を与えると考えられた。また、発生雑草の種類も、栗東の客土水田では、栗東での雑草が埋土種子として存在していると思われる。雑草の発生に関しては、長期間の無施肥無農薬田の除草と水管理が、大きく影響していると考えられた。

2009年3月15日

無施肥無農薬水田への適応能力に関するイネの遺伝子型間変異

本間香貴・松山治樹・栗田光雄・白岩立彦
(京都大学農学研究科)

長期無施肥無農薬水田は、土壌養分の供給ならびに生物的環境において、慣行水田とは異なる。これによく適応する品種の特性も、現在の栽培品種のそれとは異なる可能性が高い。どのようなイネが無施肥無農薬条件に適応しているかを明らかにする目的で、栽培イネの遺伝的変異を可能な限り含んだ実験用品種セットである「世界のイネ・コレクション」ならびに栽培品種の遺伝子の一部を野生イネのものと置換した染色体部分置換系統群を供試し、それらの無施肥無農薬水田における生育・収量を調査した。

材料および方法

実験は、宇治市の小倉試験水田の栗東客土区および小倉継続区で実施した。世界のイネ・コアコレクション (RDRS) 57 品種、代表的な水稻品種や多収品種など 7 品種 (基準品種)、コシヒカリなどの染色体部分置換系統群 129 系統を用いた。6 月 6 日に京都大学で 3 週間育成した苗を、栽植密度 $30 \times 30 \text{cm}$ 、1 株 1 個体として移植した。RDRS と基準品種(ハバタキとコシヒカリを除く)は 1 区 3×5 株、そのうち 4 品種については 4 反復、その他は 1 反復設置。部分置換系統(およびハバタキとコシヒカリ)については 1 系統 1×5 株で栽培した。

結果および考察

供試した計 193 系統の籾および全乾物収量は、小倉試験圃場の無施肥無農薬条件において幅広い変異を示した(第 1 表)。基準品種として用いた品種が相対的に高い収量を示した。コシヒカリの染色体を野生イネである *O. rufipogon* の染色体で一部置換した系統群もそれに次ぐ収量性を示した。RDRS を構成する遺伝子型グループ間の違いに着目すると、インディカ型はジャポニカ型より収量性が高かった。基準品種として用いたハバタキが非常に高い収量を示し、その他、栗東継続区で 400g/m^2 、小倉継続区で 600g/m^2 の籾収量をあげた品種系統もいくつかみられた。籾や乾物生産について特徴的な値を示した品種・系統や、代表的な品種について第 1 表に示す。

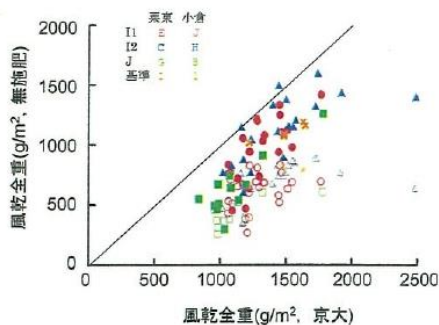
栗東客土区と小倉継続区では、一部の品種が同等の収量を示したが、平均すると小倉継続区の収量は栗東客土区の約 1.5 倍であった。RDRS および基準品種の乾物および籾収量について、京都大学附属京都農場(京大)での施肥栽培にお

ける値と比較すると、約半分程度の値であったが、一部の品種は京大と同程度の値を示した。

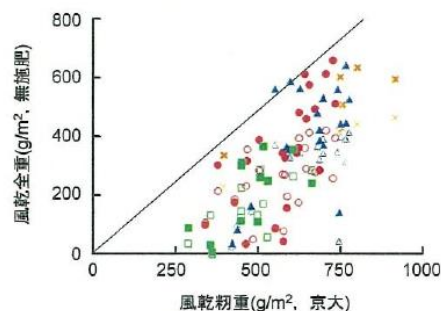
一般に小倉試験圃場で高い生産性を示した品種・系統は出穂日が8月下旬から9月中旬の晩生品種であった。しかしながら、最も高い収量を示したハバタキの出穂期は8月15日であり、生育期間の長さは十分条件ではない。生育の指標として7月下旬の草丈、分けつ数、および葉緑素含量指標値であるSPAD値を比較すると、生産性の高い品種・系統は、草丈が中庸かやや低く、分けつが多く、SPAD値が低い傾向にあった。京大においてRDRSを用いた試験ではSPAD値と葉面積指数に有意な負の相関がみられる。従って、葉面積を確保する能力が、無施肥条件に適応するために重要であると推察された。

第1表 宇治市小倉試験圃場の栗東客土区および小倉継続区における風乾初重および全重(初+葉)。(上段)供試系統を遺伝子型に従ってグループに分類し、平均値(上)および標準偏差(下)を示した。(下段)特徴的な品種について値を示した。

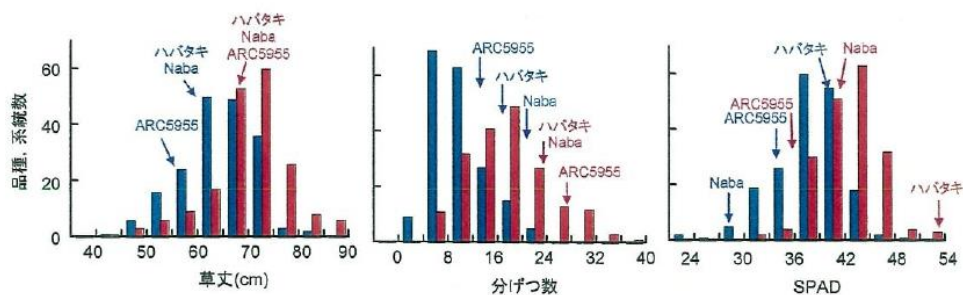
	n	栗東		小倉	
		初	初+葉	初	初+葉
コアコレクション					
インディカ型	23	259	626	350	965
		107	144	191	282
インディカII型	22	292	704	405	1145
		130	158	184	287
ジャポニカ型	12	156	452	204	654
		96	114	126	247
基準品種	7	390	750	545	1106
		143	184	227	256
コシヒカリ部分置換系統					
O. rufipogon	33	334	803	464	1156
		140	301	147	313
O. glaberrima	34	252	576	385	960
		82	150	126	298
ハバタキ	36	193	471	306	866
		52	108	104	201
O. nivara	26	187	483	242	666
		72	119	71	176
平均	193	249	598	356	942
		115	209	164	307
インディカ					
タカナリ		464	832	596	1098
ハバタキ		581	968	920	1513
IR72		428	797	510	1084
B6144		443	803	635	1171
Naba (インド, RDRS5)		393	900	642	1609
ARC5955(インド, RDRS33)		259	533	660	1343
ジャポニカ					
日本晴(RDRS1)		264	615	356	919
コシヒカリ		159	381	213	651
Tima (ブータン, RDRS51)		172	615	368	1265
コシヒカリ部分置換系統					
ORU-6		327	643	679	1472
ORU-10		515	1031	486	1612
ORU-21		671	1374	626	1277
OGL-12		293	1083	513	1625
OGL-13		276	838	586	1813



第1図 RDRS および基準品種の乾物生産量(風乾全重)。基準として京都大学附属京都農場における3カ年の平均値をx軸に用いた。I1:インディカI型, I2:インディカII型, J:ジャポニカ型。



第2図 RDRS および基準品種の初収量。基準として京都大学附属京都農場における3カ年の平均値をx軸に用いた。凡例は第1図に同じ。



第3図 供試品種・系統の7月22日の草丈、分げつ数および7月29日のSPAD値の頻度分布。青:栗東客土区、赤:小倉継続区。

小倉水田における 2008 年の水稻栽培試験

家田 善太 小林 正幸 竹内 史郎

1. 小倉水田について

ここにいう小倉水田は、旧巨椋池干拓地の東縁近く南北に通る農道に沿って所在する元々は1筆(45a)の水田であった。この水田では長く通常の有肥栽培が続けられていたが、2003 年から品種ヒノヒカリを用いて無施肥無農薬栽培に転換された。

一方、1951 年から 2006 年まで 56 年間の長期にわたって無施肥無農薬栽培が続けられていた栗東水田(RA, RB)は、2007 年から使用できなくなる事情が生じ、本会はこの稀有な水田土壌を場所を変えて水田として存続されるため、小倉水田所有者のご同意を得て次のような工事を施した。すなわち、東側 25a 分と西側 20a 分の2筆に、小畦を設けて分け、東側の1筆は、そのまま小倉土壌(OG)の水田として続け、西側の1筆を東西に2等分して OG 水田側の耕土を約 15cm 深掘り上げて西側半分の土地の上に客土することによって以後畑地として利用し、無施肥無農薬栽培暦6年の畑地となった。耕土を掘り上げた半分には栗東水田の耕土を約 15cm 深分移動して、栗東水田土壌に変えられた水田(OGR)となった。この土壌入れ替え工事は、2006~7 年の冬期に完工したので、2007 年の水稻作から1年の中断もなく 57 年継続の無施肥無農薬栽培田として続けられることになった。

栗東水田では 56 年間の長期にわたって品種ベニアサヒが使われ、しかも毎年の種子は自家採種によって存続されたので、現在のベニアサヒは無施肥無農薬栽培にかなり適応した特性を持つ貴重な遺伝子型になっている。たとえば過去の実験で、無施肥栽培条件では戦後の新品種の何れよりも多収であったが、施肥反応が少なく肥料を与えても増収しない性質をもつことが確認されたことはその一端であろう。

このように稀有な土壌と貴重な遺伝子型を永続させるために、2007 年から OGR, OG 両水田ともベニアサヒを使用して栽培することにした。

2. 実験目的および方法

小倉水田は、上記の経緯によって、2007 年から、従来の小倉土壌の OG 区と、耕土が栗東土壌に入れ替えられた OGR 区との異なる2種の土壌履歴をもつ2筆(面積

は異なる)の水田になり、早速 2007 年作から両区で品種ベニアサヒを用いた水稻の生育収量の比較調査が始められた。その結果の一部は昨年の報告会で奥村が報告したが、OGR 区では生育は必ずしも不良とは言えなかったのに、収量は予想外の低収に終わった。

そのため 2008 年には、この低収の理由を解明し、将来の増収法の開発につなげることを目的として、栽培密度実験・品種比較実験および深耕実験の3実験を実施した。

実験区として前者2実験はOG区とOGR区の境界の畦畔を挟んで両水田に幅約2m、長さ水田全長にわたる実験場を設け、その中に密度(15.1、16.8、18.9 株/m²)と品種(ベニアサヒ、秋の詩、ヒノヒカリ)を比較する実験は縦(南北)に並んだ約2×2.7mを1実験区とするそれぞれ3反復の実験区を設定した。一方深耕(20cm)実験は、OGR水田の南西隅付近に5×10mの1区のみを設けた。これらのいずれの実験区においても、所定数(各区 10 株)の生育調査株を決め、出穂期までは1週間間隔で、それ以後は品種の早晩性によって3~4回の生育調査を行い、草丈、1株当たり茎数および代表葉のSPAD値(近似的に単位葉面積当たり光合成能力を示す)の推移を調査し、さらに収穫期に生育調査株をすべて掘り上げて、1株ごとに収量要素を中心に調査した、またこの両水田では坪刈り収量調査も実施した。

3. 実験結果

このように詳細に行われた諸調査の結果は、複雑かつ多量になったので、結果の全容は実験記録中に残すこととし、ここでは直接的に収量差に影響した少数の項目に限定して報告する。

生育調査結果は、密度および品種比較の2実験の3項目すべてでOG区とOGR区の上に大差があり、これらのすべてが程度の差はあれ両水田の収量の大差に関係したと考えられる。しかし、OGR区の栽培密度と供試品種間の区間差は、いずれも僅かで収量に直結したと考えられる項目は認められなかった。

これらの結果中の例外事例は、生育後期(出穂後)のSPAD値と平均1株穂重(図1)であった。逆に大差がみられたのは、1株有効茎数、すなわち1株穂数がとくにOGR区が少ないことで(図2,4)、そのため1株穂重の差が大きく(図3)、1m²当たりの

穂重が栽植密度と品種にかかわらず OGR 区の低収の主要原因であった。なお、品種間ではベニアサヒの有効茎の少なさも目立った。

品種間の比較では、ベニアサヒは1穂重では穂重型の特性どおり、他の2品種より重かったが、1株穂数が少ないことが主要原因となって(図2)、収量に最も影響する1㎡当たり穂重で秋の詩より少ない結果となった(図5)。

最後に栽植密度の影響をみると、前記のように何れの密度下でも OGR 区は OG 区に大きく劣ったが、同一土壌下では密度による差は各項目とも少なく、とくに OGR 区の区間差は少なかった。また、1株穂重の大きい区ほど1株穂数が少なく、この2項目の相殺効果によって収量の区間差が少なくなった。

4. 考察

作物の生育や収量は、通常の有肥栽培においては施された肥料の有効成分の供給量と地力によって発現する養分供給量を主として支えられている。これに対して無施肥無農薬水田では、土壌の地力から供給される部分と、灌漑水に溶けたり漂ったりして水田内にもたらされ水稻に吸収される供給量によって支えられると考えられる。地力から発現する養分には、正確には分別しがたいところではあるが、大別して化学的変化によるものと、土壌微生物の活性に依存する部分とがある。

奥村は、2007年の調査で OGR 区が OG 区より低収であった理由の一つは、土壌を栗東水田から小倉水田へ移す際の大攪乱によって、土壌微生物相に何らかの変化が生じ、微生物種類間の平衡が乱れたことが全体的な活性を低下させ、これが意外なほどの低収量に終えたことの原因ではないかと推論した。

一般的には植物栄養分の放出にかかわる土壌微生物の活性は、土壌温度(気温も)が上昇する7月中旬以降に最も活発になるが、2008年には7月初めから気温が急上昇して8月18日頃まで現場の日平均気温がほとんど32~33℃程度で推移し、これに応じて土壌温度も異例に高かった。

7月上旬までの生育前期からすでに、栽植密度、供試品種にかかわらず土壌による区間差(OG区とOGR区)が圧倒的に多きかったことは、灌漑水による養分供給量差は無視できるから、生育前期から土壌由来の養分量に差があったとする推論も成り立つ。一方では最高土壌温度に達した最高分けつ期から出穂までの期間の1

株茎数の減少程度がこれまでに得られた無施肥無農薬栽培事例の多くと較べてかなり大きかったことは、微生物活性の差を低収の主原因と考えることにはやや無理があるという考え方も否定できない。

最後に水生および陸生小動物相の変化について一言のべておきたい。この点は調査を行っていないが、2006年までの栗東水田では無施肥無農薬栽培を継続したこと、とくに除草剤を含むあらゆる農薬を使用しなかったことで、近隣の水田でも全く見られなかったタニシ、カワニナ、アメリカザリガニ、クモ類などの小動物類が夥しく増殖して刈り取り直後の水田面には無数の淡水貝殻が見られた。これらの水生小動物類は水稻の生育に障害を及ぼすことは認められず、それらの摂食活動が水稻の生育に何らかの促進効果をもたらしていたと考えることは不自然ではないであろう。

この2年間の OGR 水田においては、従前から周辺地域に生息するジャンボタニシは相当数の生息が確認でき、栗東水田で生息していた淡水生の貝殻を中心とした水生、陸生の小動物は全く認められない。したがって通説によるように外来生物であるジャンボタニシによる稲への食害を含めた水田生態系への影響もいくらかあるものと考えられる。もし栗東水田で見られたような小動物類の活動が栗東水田の収量形成に幾分かの貢献があったと考えれば、その分だけ現在の OGR 水田では低収になると推論できるであろう。

以上のように、本報告では OGR 区が OG 区に較べて生育、収量とも大幅に劣る理由を明らかにすることはできなかった。したがって今後も新たな視点も加えて実験的な調査を継続する必要がある、その中には水稻の生育に最も大きな差が見られた生育前期(図6,7)に十分な養分を吸収できるように播種および移植の時期や除草頻度なども検討項目に入れていき、無施肥無農薬栽培に適した栽培法の探求に努めていきたいと考えている。

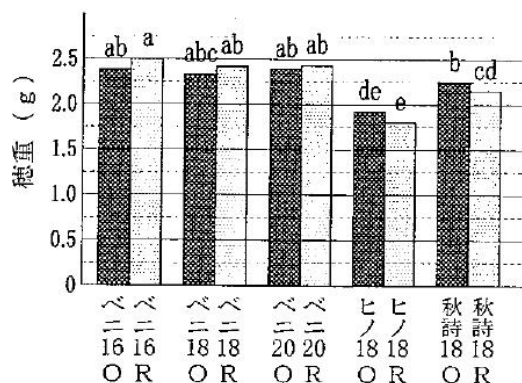


図1 1株穂重

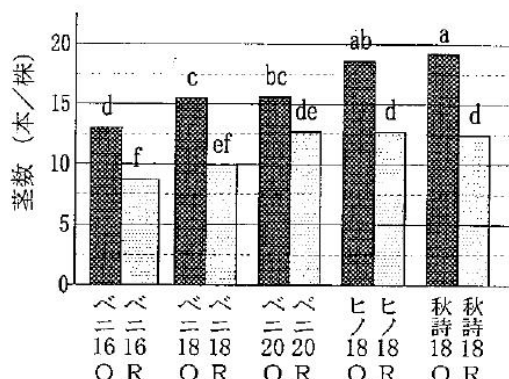


図2 株当の有効茎数

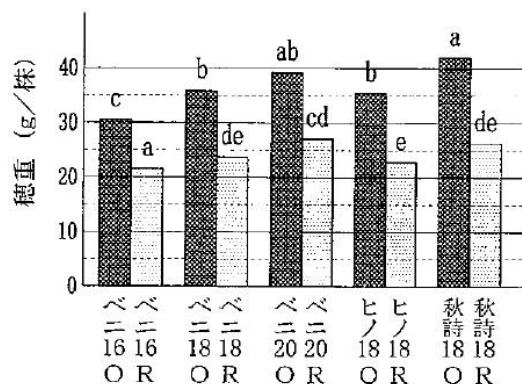


図3 株当の穂重

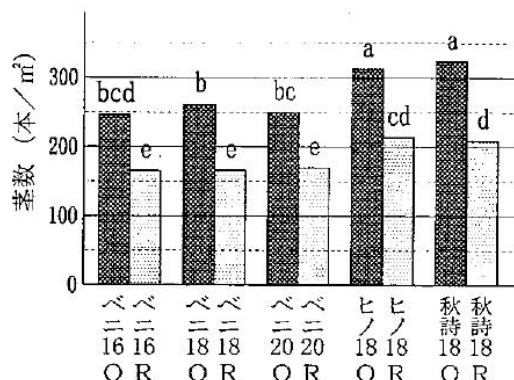


図4 単位面積当の有効茎数

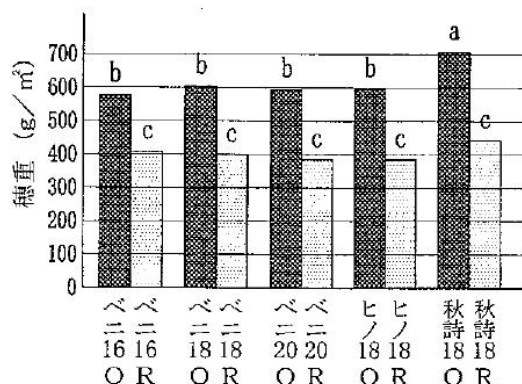


図5 単位面積当の穂重

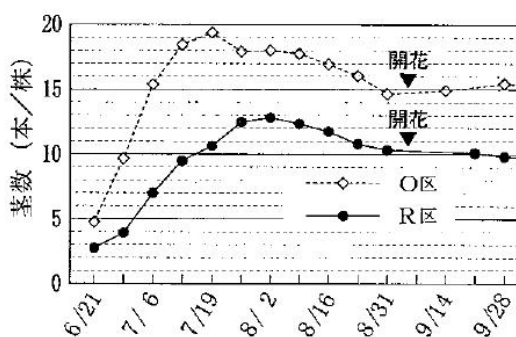


図6 土壌履歴が茎数の推移におよぼす影響 (ベニ18Oとベニ18Rの比較)

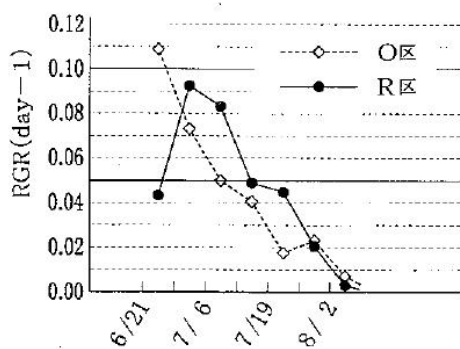


図7 茎数×草丈の相対成長率の推移 (ベニ18Oとベニ18Rの比較)

宇治市小倉試験圃場において、2003年から無施肥栽培を継続する区(小倉区;O区)と1951年から無施肥栽培を継続していた栗東圃場の表層15cmの土壌を2006年収穫後に移設した区(栗東区;R区)について、栽植密度および品種を異にする水稻の生育および収量について調査した。供試品種は栗東圃場で栽培を継続していた「ベニアサヒ」、小倉圃場近隣で栽培されている「ヒノヒカリ」および滋賀県奨励品種「秋の詩」とし、それぞれの略称をベニ、ヒノ、秋詩とした。栽植密度は条間を33cmとして、株間を16、18、20cm(それぞれ18.9、16.8、15.1株/㎡)とした。4月13日にポット育苗箱に1ポット当たり3粒づつ播種し、水田苗代で育苗した。移植は6月1日に手植えた。栽植密度試験にはベニアサヒのみを用いた。6条×15株を1区とし、3反復とした。生育調査には各区の中央に連続する中央30株を用いた。図中の略称は、品種-株間-土壌区の順に表示した。図中の異なるアルファベットは、チューキーの多重検定法(p<0.05)で有意な差が認められたことを示す。

資料

異なる水田における無施肥無農薬栽培水稻の推定玄米重の経年変化について

小林 正幸

本会は、各地に所在する無施肥無農薬栽培水田(以下単に水田という)の水稻の生育・収量をできるだけ調査して記録を残す努力をしている。しかし投入可能な労力に限りがあるため、全水田において生育調査法ならびに坪刈り法・株刈り法による推定収量の算出を実施することは困難であるから、水田によって調査方法や調査項目が異なっている。

本資料は坪刈り法による推定収量の算出を原則に毎年行っている5か所の水田について図示したものである。これらの調査は今後も継続して行って資料として記録に残す方針である。

表1 平成20年(2008年) 水稻収量調査(坪刈りによる)

生産者	実施場所	実施 開始年	自家採種 年数	品種	全乾重 (g/m ²)	藁乾重 (g/m ²)	精籾重 (g/m ²)	精玄米重 (g/m ²)	推定玄米重 (kg/10a)注1	備考
無肥研	京都府亀岡市	1994	5	秋の詩	905	445	460	380	385	
無肥研	滋賀県野洲市	1989	17	新羽二重	970	480	495	395	390	注2
無肥研	滋賀県野洲市	2003	5	秋の詩	1215	595	625	510	500	
無肥研	宇治市小倉	2003	57	ベニアサヒ	1150	680	470	385	385	
無肥研	宇治市小倉	(1951)	57	ベニアサヒ	785	455	325	270	270	注3
上田修一	京都市山科区	1965	37	農林16号	715	390	330	275	275	注4
上田修一	京都市山科区	1965	57	ベニアサヒ	615	325	290	240	240	注4
丸山茂子	福井県越前市	1997	19	コシヒカリ	975	465	510	415	415	

注1 推定玄米重は水分15%で補正した値

注2 もち米

注3 2003年より無施肥栽培していた水田に2006年の秋に1951年より無施肥栽培を継続していた滋賀県栗東市の水田より客土

注4 市街地にあり生育期間中、住宅の陰になる所が多い

表2 無施肥無農薬栽培水田推定玄米重(Kg/10a)10年間の推移

(各水田坪刈箇所)の平均値)

圃場	実施開始年	99年	00年	01年	02年	03年	04年	05年	06年	07年	08年
栗東	1951年	408.1 A	453.8 A	454.2 A	417.6 A	332.4 A	442.9 A	390.5 A	356.2 A		
小倉(OCR) (1951年)										333.6 A	271.0 A
小倉(OG) 2003年						353.6 C	420.5 C	365.5 C	309.0 C	413.0 A	391.0 A
山科上田Ⅰ	1965年	251.7 B	352.1 B	270.0 B	178.3 B	349.2 B	304.4 B	344.6 B	282.9 B	316.3 B	275.2 B
山科上田Ⅱ	1965年	190.4 A	320.5 A	260.8 A	177.3 A	262.3 A	273.0 A	302.7 A	214.4 A	228.3 A	242.0 A
山科上田Ⅳ	1965年	256.1 F	334.5 F	163.2 F	155.8 F	162.0 F	314.2 F	329.6 F	213.0 F	210.4 F	
亀岡	1993年	360.5 A	297.8 A	332.2 A	281.2 A	294.0 A	394.1 A	315.2 A	223.4 E	280.3 A	384.3 E
野洲Ⅰ	1990年	262.8 F	366.3 F	298.1 F	転作	311.8 F	366.2 F	287.2 F	311.9 F	284.1 F	392.1 F
野洲Ⅴ	2003年					545.1 D	520.8 E	502.6 E	転作	508.6 E	501.6 E
福井	1997年	382.0 D	402.0 D	転作	407.4 D	331.5 D	415.6 D	転作	463.5 D	417.8 D	424.8 D

表中のアルファベットはそれぞれ次の品種を示す。Aベニアサヒ、B農林16号、Cコシヒカリ、Dコシヒカリ、E秋の詩、F新羽二重モチ
小倉(OCR)は栗東水田より表層土を2006年12月に小倉水田に客土(入れ土)した水田

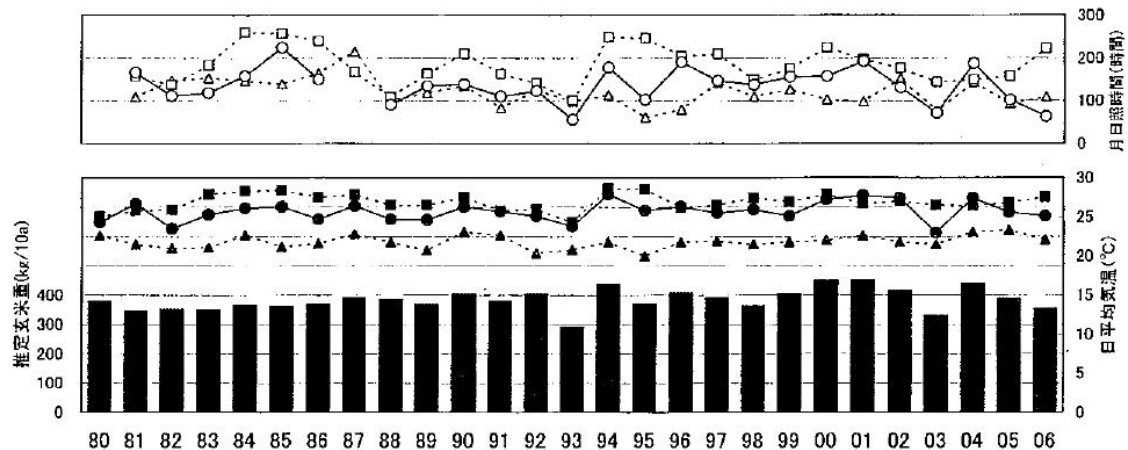


図1 日平均気温および日照時間が推定玄米重におよぼす影響
(粟東試験水田)

推定玄米重との相関係数			
	6月	7月	8月
日照時間	80～06年 0.076	0.580**	0.287
	99～06年 0.444	0.929**	0.269
日平均気温	80～06年 0.428*	0.731**	0.287
	99～06年 0.369	0.916**	0.134

※※: $p < 0.01$ ※: $p < 0.05$

■ 粟東推定玄米重
--△-- 大津市日照時間(6月)
--○-- 大津市日照時間(7月)
--□-- 大津市日照時間(8月)
--△-- 大津市日平均気温(6月)
--○-- 大津市日平均気温(7月)
--□-- 大津市日平均気温(8月)

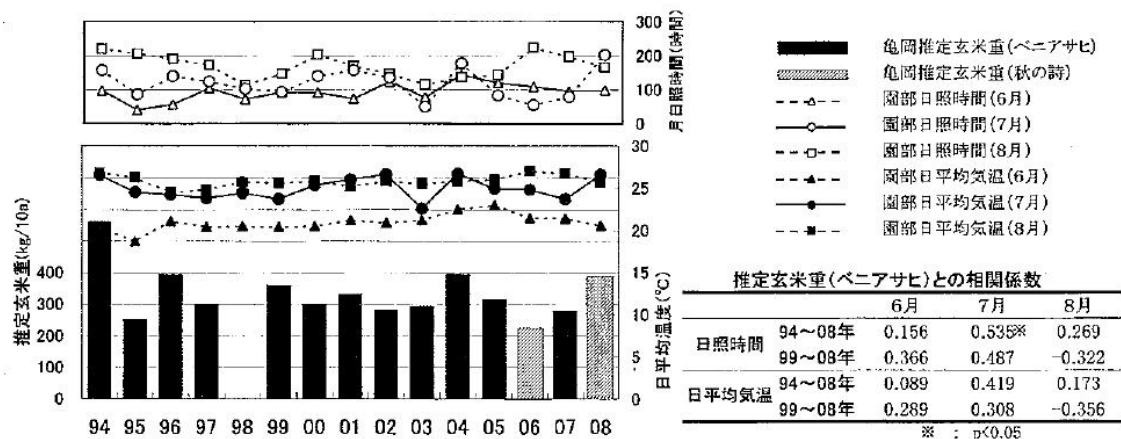


図2 日平均気温および日照時間が推定玄米重におよぼす影響
(亀岡試験水田)

推定玄米重(ベニアサヒ)との相関係数			
	6月	7月	8月
日照時間	94～08年 0.156	0.535※	0.269
	99～08年 0.366	0.487	-0.322
日平均気温	94～08年 0.089	0.419	0.173
	99～08年 0.289	0.308	-0.356

※: $p < 0.05$

表3 2008年産 無施肥無農薬栽培玄米食味分析値

実施場所	品種	実施 開始年	品質評価値(点)	蛋白(%)	水分(%)	アミロース(%)	脂肪酸(mg)	
無肥研	滋賀県野洲市	秋の詩	2003	76	6.3	15.9	19.9	26.5
無肥研	宇治市小倉	ベニアサヒ	2003	76	6.2	15.9	20.2	28.1
坪田棟丞	滋賀県安土町	コシヒカリ	2001	78	5.9	16.5	19.8	25.5
木戸口利雄	滋賀県東近江市	コシヒカリ	2003	69	7.2	15.2	19.8	26.3
木戸口利雄	滋賀県東近江市	コシヒカリ	2006	71	6.9	15.4	19.7	25.7
中道唯幸	滋賀県野洲市	コシヒカリ	2007	73	6.8	16.0	19.8	26.2
中村孝太郎	福井県大野市	コシヒカリ	2003	79	5.6	16.0	19.8	26.2
宮田兼任	長野県北安曇郡	コシヒカリ	2006	80	5.4	16.1	19.8	25.8
中井正巳	三重県松阪市	コシヒカリ	2007	75	6.4	16.0	19.6	24.4

食味分析器は ケットAN-700を用いた

資料提供

飼料稲の生産

沢 昌弘 (JA グリーン近江)

滋賀県での取り組み

- 平成 12 年～ 試験的に栽培 (大中実演会)
 - 平成 13 年 県で実証事業に取り組む、県で専用コンバイン導入
 - 平成 14 年 高島で専用コンバイン等導入
 - 平成 16・18 年 日野町 (日野アグリサポート) が専用コンバイン等導入
 - 平成 20 年 竜王町 (山中生産組合)、JA 蒲生で専用コンバイン等導入
- 現在 97ha で実施

今後の滋賀県の稲作は？

米の年間 1 人当たり消費量 ピーク時 120kg → 現在 60kg 余り

稲発酵粗飼料への期待

耕種サイド

- 滋賀県の農地の条件に合う転作作物
- 水稻の栽培技術や既存機械が活用できる
- 有利な助成金

畜産サイド

- 輸入飼料の価格高騰
- 安価で安全・安心な地産飼料
- 有利な助成金

飼料稲とは

- 穂部＋茎葉部 → 稲発酵粗飼料 になる
- 収量性の高い飼料稲 リーフスター
- 初重量の高い飼料稲 クサホナミ
- 獣害 (イノシシ) に強い飼料稲 シシクワズ

飼料稲生産の実際

- 飼料稲専用収穫機での刈り取り
- 水田からの搬出
- 軽トラックで搬送
- 保管場所に降ろす
- ラッピング機械で密封貯蔵

品質改善のポイント

栽培時のポイント

- 倒伏させない
- 雑草を繁茂させない
- 早期落水で圃場を硬化

収穫適期

収穫時期 糊熟期～黄熟期（出穂後 15～30 日）

サイレージの水分が 60%

雨天・朝露では収穫しない

栽培管理や保管状況が悪いと品質が低下する

乳酸菌の添加は必須

牛への供与

飼料移動は機械化 給与時に簡単にほぐせる

給与量の目安

乳用牛 泌乳牛 10～20kg まで

乾乳牛 6～10kg まで

スーダン等の乾草の代替飼料に

肉用牛 繁殖牛 10kg まで

育成牛 2 kg まで

肥育前期 3～6 kg

稲ワラ・乾草の代替飼料に

畜産の危機を耕畜連携で乗り切る

（このレジュメは東近江地域振興局農産普及課資料をもとに作成した）