

NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会 2012 年度研究報告会

開催日時：2013 年 3 月 17 日（日） 13：00～16：30

会 場：Reimei Hall（京都市左京区吉田神楽岡町）

表題・報告者

1. 無施肥無農薬栽培におけるエダマメの生育
………… 田尻 尚士（元近畿大学） 1
2. 無施肥無農薬栽培法において除草方法が水稻の生育・収量に及ぼす影響（第 4 報）
………… 丸田信宏・栗田光雄（無肥研）・白岩立彦（京大院農） 6
3. 無施肥無農薬栽培による玄米の窒素及び珪酸含量
………… 岩本啓己・本間香貴・廣岡義博・神林満男・栗田光雄・白岩立彦（京大院農） 11

（休憩）
4. 無施肥無農薬栽培水田における土壌と灌漑水が収量形成に及ぼす影響
………… 伊吹克也・家田善太・栗田光雄（無肥研）・白岩立彦（京大院農） 15
5. プラントキャノピーアナライザー（LI-COR LAI-2000）を用いた葉面積動態評価法
………… 廣岡義博・本間香貴・神林満男・岩本啓己・栗田光雄・白岩立彦（京大院農） 22
6. 栽植密度および移植時期の違いが無施肥無農薬栽培水稻の収量および生育に及ぼす影響
（2012 年度無施肥無農薬栽培における水稻栽培比較実験）
………… 家田善太・栗田光雄（無肥研）・白岩立彦（京大院農） 26
7. 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（資料報告）
………… 小林 正幸（無肥研） 32

無施肥・無農薬栽培におけるエダマメの生育

報告者 田尻尚士

はじめに

エダマメは、大豆を若莢期に収穫し、野菜として食用とする場合の呼び名である。早蒔では夏型で富貴、白鳥がよく知られ東北、北海道で多く栽培され、関西では6月以降に種まきされる夕涼み、福獅子が有名であるが、本実験では近年関西地区で多栽される「丹波黒」を用いて6月中旬に播種、無施肥栽培と施肥栽培区としての有機栽培並びに化学肥料栽培につき比較検討した。

なお、全栽培区とも無農薬とした。

丹波黒豆は黒魁と大袖振の交配種と言われ、温暖で多湿な気候を好み、特に開花期は多湿が必要で、乾燥すると莢の着生が劣り空莢となる事が知られ、比較的短幹で分岐が少なく、着莢が密で莢に微毛が少ないのが特徴の夏大豆型品種である。

エダマメは本来は穀類であるので野菜のように多肥は必要でないが、粘土質の保水性のある土壌を好む。一般的に初秋に収穫される丹波黒は開花・結実が日照時間に敏感であり、長日では開花・結実が遅延されることが知られる。

[1]実験方法と栽培区分

<生育概況>

丹波黒は他の品種より開花結実までが約1ヶ月長く、大粒で（通常の黒豆よりも約1.5倍以上大きい）甘味が強いことが知られている。特に昼と夜の温度差が大きい丹波地方が栽培に適しているとされている。

本年は生育状況が極めて良好で、6月はやや気温が低く、開花も通年より1週間前後遅延されたが、8月中旬より夕立が多く一気に生育が促進され、莢が着生する9月に至ると夜温が20℃を下回り、朝と夜の寒暖差が良好となり順調に実太りが進行し、1株当たり平均15～18莢着生、10月初旬に出荷可能となった。

<栽培区分>

1999年より無施肥栽培田としてた540m²を3等分し、有機コンポスト施肥・無農薬区（牛糞・汚泥・残飯コンポスト：山陽三共有機株式会社 SS ボーン A-6=Y 区=15kg/500円）、無施肥・無農薬区（N区）、配合肥料施肥・無農薬区（多木化成株式会社製野菜配合=C区=20kg/2120円）を設定した。

植え付け1ヶ月前の5月4日にトラクターで耕耘（深さ40cm、畝幅120cm、）し、2条植えとし乾燥防止のためやや低く畝の15cmとし、耕耘時にY、C区に消石灰（三井高圧社製20kg/980円）を7kg/180m²散布した。

C区は元肥として表-1に示した施肥量の1/3(5.4kg)を施肥、Y区は75kg/180m²を元肥として一括施肥した。

- 1) 播種：6月15日に丹波黒種子を約30min冷水に浸した後に30cm間隔に直径5cm・深さ5cmの穴を棒杭で開け、穴1杯に水を投入し直接3粒播種した後に2cm前後覆土し、更にその上に燻炭で覆土して発芽後の野鳥被害防除策とした。なお、3.3m²当たり24株とした（10a=7200株=14400本）。

覆土が浅いと浮き根となったり、子葉が種皮を被て出芽し枯死しやすくなる。
 播種後 7~10 日で発芽し、本葉が確実に 1 枚時に 1 穴 2 株に間引き、本葉が 2 枚程度となると頂上部を摘心した。

2) 肥料：Y 区及び C 区の施肥量を表 1 に示した。

表-1 エダマメ栽培区の施肥 3 要素量 (180m²)

栽培区分	窒素 (N)	磷酸 (P)	加里 (K)
Y 区	2.2kg	3.0kg	3.0kg
C 区	2.1kg	1.4kg	1.8kg

C 区 = 1/3 を元肥、残量を追肥 (2 回等分施肥)

給排水は栽培区間で別途とした。

Y 区有機コンポスト = N : 3.0 % P : 4.0% K : 4.0% 珪酸 11.0%、
 苦土 : 0.7%、腐植 : 33.0%

C 区野菜配合 = N : 12.0% P : 8.0% K : 10.0%

施肥量 Y 区 : 75kg/180m² (416kg/10a) C 区 : 16.2kg/180m² (90kg/10a)

3) 追肥：本葉が 2 枚時で頂上部を摘心する時期に C 区は 5.4kg を畦の中央部に溝 (幅 10cm 弱・深さ 10cm 強) を掘り施肥して覆土し、ついで 20 日前後に同様に 2 回目の追肥を行い、乾燥に留意し適宜谷部に給水 (10 時間前後保持) した。

なお、除草と土寄せは追肥時や給水前に逐次行った。マルチは生育を促進するが、味覚が劣る事や病害虫の発生時に駆除が困難となることから用いなかった。

4) 収穫：播種後丹波黒は通常の大豆エダマメよりも開花・結実・熟成が緩慢で収穫には播種後 100 日前後を要し、朝夕の温度差が顕著となる 9 月上旬となれば実太りが進行し、莢表面が薄い緑色となりエダマメは透明感を有した緑色を呈し、エダマメ自身は僅かに楕円形を呈し、指で莢を圧すると豆が飛び出す頃が収穫適期であり、エダマメ時期を過ぎると豆は緑色からピンク色を呈し、やや歯当たり感が強く、豆の皮が咀嚼感を劣化し、喉ごし感が低下する。収穫適期は 10 月初旬頃で収穫・出荷最盛期となる。収穫最良期間は約 20 日間前後である。煮豆用豆は畑で葉が落ち莢葉共に乾燥させるが、この頃には豆自体は丸形となる。

エダマメの販売方法は、近年では莢葉をその附着し、根部の土のみを落とした自然の状態、1 束 1 株 (2 本) で 10 月 7 日より 22 日までの 16 日間販売した。これらはエダマメの貯蔵法として豆を乾燥せずに 3~5 日保持することが可能となるため。

エダマメは、蛋白質やビタミン B₁、B₂ を多含し、大豆に含まれない VC を多含し、同時にカルシウムが豊富で 1 日の所要量の 1.5 倍含有する。

[2] 結果と考察

1) 栽培法別エダマメの生育と収量

栽培区別生育状況は、施肥区と無施肥区では発芽後 30 日前後までは殆ど生

長差は認められないが以後茎葉の繁茂状況が顕著に差を有し、丹波黒は分枝が少なく主茎が比較的生長する主茎型品種で、開花は中央部から上下に咲いてゆく有限型で、第一葉が出始めると根粒を着生する。

主茎下部の葉腋より分枝が出始める様相を呈した。莢は分枝が出なくなった節より上の葉腋に着生する。生育度と収量を表-2に示した。

表-2 エダマメの生育度と収量 (n=5)

栽培区	茎長 cm	1株子 実重g	百粒重 g	1株 莢数	10a 子実収量 kg	子実の大きさ mm		
						縦	横	厚さ
N 区	65 (6)	53.6	49.1	143	385.9 (-21.8%)	13	7	5
Y 区	76 (8)	58.2	53.8	155	419.1 (-15.1%)	15	9	7
C 区	72 (8)	58.6	54.2	164	493.9 (100%)	17	8	7

*子実重、百粒重は販売時の水分≒72%、

茎長 () 内の数値は分枝数

：通常多用される配合肥料施肥栽培区を比較基準対象区とした。

全般的に生長状況並びに個体伸長及び茎葉増加傾向は Y>C>N の栽培区順に大となった。

大豆は代表的な短日植物で、花芽の分化・発達は短日条件下で起こり、開花まえ 20~25 日前頃より 0.1mm 程度の花芽の素が発生（花芽分化期）、花房は分枝と同様な仕組みで発生（花枝）する。

開花は株の中央から 35~40 日より始まり、開花初期は花は多いが結球率は低く 20%で、開花 20 日前後は結球率が高く 75~80%となり、以後は結球率は再度低下し 10%前後となった。

開花期は茎葉が生長する栄養生長と花芽の分化が始まる生殖生長で生育層が転換され、草丈が最大時の 1/4 程度時に開花期（生殖生長開始）となる。因って大豆は両生長が長く平行して進行する特徴が認められた。

1 莢中の子実数は概ね N 栽培区で平均 3 粒、Y・C 区では 3.7 粒となり、子実の大きさでは Y・C 区は N 区よりも 10%弱大となった。

2) 栽培法別エダマメの収穫と販売実績

収穫後直ちに 1 束 1 株（2 本）を束ねて無施肥栽培 N 区 150 円として、午前中に県道筋で営農組合に委託販売とした。通常の配合肥料栽培 C 区は 120 円、有機栽培 Y 区は 1 束 130 円として販売したが、売れ行きは圧倒的に N 区が良好で、全般的に見栄えが（茎葉がやや貧弱）劣り、莢の張りや膨らみ感も劣るが 3 栽培区中最も人気を有した。茹で上げると莢の色も強まり甘味感も強く、粘性に優れ、咀嚼感や喉越し感も良好であった。C 区は見栄えは全栽培区中最良であり、莢の張りも良好であるにも拘わらず全栽培区中最低の売れ行きとなった。一方、Y 区は茎葉が豪勢で草丈も優れ最も豪華な見栄えを呈し、中年の男性客には 1 番人気となったが、婦人層にはやはり N 区に次いで 2 番人気となった。この結果から健康志向は婦人層が最も関心深いことが示唆された。茹で上げての呈味感は N>Y>C の順となり、全般的なエダマメ特有の咀嚼感並びに美味感は Y>N>C の順となり、特に茹で上げ後の色彩感や見栄えが上述の如くとなった。

最終的販売数量と販売収入を表-3に示したが、最終的に収入的には栽培の有利性は C>Y>N の順となった。

減価償却及び労働度などの判断では、特に肥料代金などを中心に比較すれば N>C>Y の順となり、特に有機コンポストは 15kg500 円と安価であり、消費者にも有

機栽培は人気度があり、配合肥料は 20kg2.120 円と高価である。

なお、施肥量についての再考も考慮すべきであろう。

表-3 エダマメの販売数量と収入 (10a)

栽培区	収量数(束)	販売収入(円)	収入比	(180m ²)
N 区	5342(72.4%)	801.300	+0.3%	(144.234)
Y 区	6422(89.2%)	834.800	+4.5%	(150.264)
C 区	6660(92.5%)	799.200	100%	(143.760)

(): 収量%は 10a 当たり 7200 株を 100%ととし、
実質販売束数で除した率

3) 栽培法別エダマメの含有成分

収穫直後の新鮮なエダマメの含有成分につき測定し、表-4 に示した。

表-4 栽培法別エダマメの含有成分 (n=5、100g)

含有成分	N 区	Y 区	C 区
蛋白質 (g)	11.7	12.4	12.2
脂肪 (g)	5.9	6.4	6.2
炭水化物 (g)	8.9	9.1	8.8
灰分 (g)	1.6	1.8	1.8
K (mg)	580	590	600
Ca (mg)	63	75	71
Mg (mg)	65	72	75
Fe (mg)	2.4	2.8	2.9
Caroten (ug)	264	255	262
VB ₁ (mg)	0.3	0.3	0.3
VB ₂ (mg)	0.22	0.15	0.17
葉酸 (ug)	330	340	330
VC (mg)	32	30	30
水分 (g)	71.9	72.1	72.2

分析法は五訂日本食品標準成分表分析マニュアル (平成 9 年)
日立製高速液体クロマトを用いて分析。

栽培法別による含有成分は差ほど顕著な差異は認められないが、総合的には C > Y > N の順に高い傾向となった。蛋白質では Y 区が C 区に比して +6% 強高く、一方カロテンでは -4 % 弱低下摺る様相を呈し、脂肪、炭水化物及び灰分等は殆ど差は無い様相となった。

無機質では Ca や Mg 並びに Fe では Y・C 区は N 区に比して +17% 強多含し、K は +3% 前後と小差であった。

ビタミン類では VC が含有され、完熟大豆では殆ど含有されずエダマメは極めて特徴的である。全般的にはビタミン類の含有量では栽培法による差は無く、含有量自体も少なく特徴的な傾向は認められなかった。比較的差を呈したのはカロテンで有機栽培区が最低の含有量となり最大含量となった N 区と Y 区を比較すれば Y 区が -3.5% となった。

まとめ

エダマメの無施肥栽培区は収量的に通常の配合肥料施肥栽培に比して子実の収量（重量）は-21%強と劣るが、栽培法的には差ほど困難性もなく労力も施肥栽培区と変わらず、品質的にも差ほど劣悪でもなく、十分市場性を有し、且つ消費者に人気を有した。一方、有機栽培法や通常配合肥料施肥区では栽培個体も強健で見栄えも良好であるが、無施肥栽培に比して顕著に有利性を呈せず、栄養面や味覚に於いても差ほど優れた様相を示さず、販売価格を再考すれば充分無施肥栽培法は有利性を有すると判断された。

肥料経費のみから見れば 10a 当たり Y 区では約 13,800 円、C 区では 9,540 円となり、有利性では $N > C > Y$ の順となった。

無施

食品の安全・安心面より無施肥栽培区は極めて有利であり、販売時の人気の高さから充分採算の合う栽培法であることが示唆された。

無施肥無農薬栽培法において除草方法が 水稻の生育・収量に及ぼす影響（第4報）

丸田信宏^{○1}・栗田光雄¹・白岩立彦²

(¹無施肥無農薬栽培調査研究会・²京都大学)

水稻の生育および収量に影響を及ぼす要因として、品種や気象に加えて、施肥技術・水管理などの栽培条件などがあげられる。また化学肥料や化学合成農薬の使用を制限した栽培法の場合、収量が不安定になる要因の一つとして雑草害があげられている。特に、化学肥料のみならず有機物も人為的に施用しない無施肥無農薬栽培（以下無施肥栽培）においては、除草管理方法の違いが作物の生育と収量に影響するケースが多いといわれている。一方で50年以上の長期にわたって無施肥栽培を継続し、安定した収量をあげていた滋賀県栗東市の水田では雑草発生量が極端に少なくなっていたといわれている。そこで京都府亀岡市において1993年および2009年から、それぞれ無施肥栽培を継続している隣接する2筆の水田（以下それぞれK1水田およびK2水田という）で、2009年より除草の回数とその時期が水稻の生育・収量に及ぼす影響を調査している。総雑草量は2009年にはK2水田の方がK1水田よりも30%ほど少なく、前年までの除草剤を用いた除草の効果が残っていることが示唆された。2010年は逆にK2水田の総雑草量がK1水田のそれよりも30%ほど多く発生していた。2011年はK2水田でのみ浮草が大量に発生したことで地表の雑草の発生が抑えられ、K2水田の雑草発生量が極端に少なくなった。この報告は4年目の調査結果である。

1、栽培概要

例年同様、品種「秋の詩」を栽培。4月1日にポット育苗箱に、1ポットあたり3粒ずつ播種し、その日より折衷苗代へ置床・湛水状態で育苗した。（5月3日まで保護育苗）5月17日に代播きし、田植えは5月20日に行った。（約17株/m²）雑草管理は機械で行った。（詳細は下記の試験概要参照）収穫約3週間前まで常時湛水状態を維持し、9月29日に収穫した。

2、試験概要

試験区は、K1、K2両水田とも表1の4区とした。除草はスクリューで約5~6cm下層から土を掻きあげ、雑草を浮かせる動力式歩行型除草機（和同産業 SC6W）を使用して行った。試験区は下図（図1）のように定めた。

生育・形質調査区では連続する10株について、1株莖数・草丈・最上位葉のSPAD値（単位葉面積当たり葉緑素量に比例する数値）を2週間毎に計測し、収穫後に1株莖数・稈長・穂長・1穂重などの主要形質を測定した。また雑草採取区（1㎡）では、各除草時に、該当除草区内（各1区と3区の2反復）に生えている全ての雑草を採取し、それぞれの生育量を調査した。

参考値として近隣の慣行施肥栽培水田（以下F水田という）の連続10株について、調査田と同時に2週間ごとに生育調査した（F水田では、キヌヒカリを栽培しており、5月10日に田植え、9月5日に収穫。雑草調査は行わず）。

表1 試験区の概要

試験区	除草日	雑草調査日
4回除草区(A)	+13 +23 +44 +52	+52
3回除草区(B)	+13 +23 +33	+52
3回除草区(C)	+13 +33	+52
無除草区(D)		+52

+は代掻き後の日数

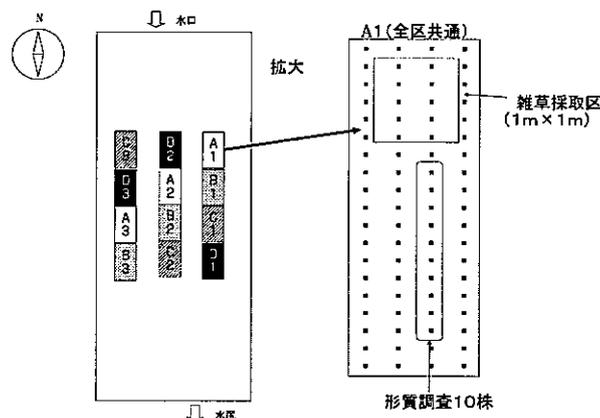


図1 各水田内の試験区の配置と
1 試験区の拡大図

3、 試験結果

3-1 収量に及ぼす除草回数・除草時期・雑草量の影響

K1水田において、同じ除草処理を行った反復区の間では、雑草が多いほど収量が少なくなる傾向が見られた。雑草量は4回除草区、除草時期のことなる3回除草区の間には大きな差はなかったが、除草回数が多い方が収量は多かった。このことから、除草作業は雑草を処理するだけでなく、土壌を攪拌することにより酸素を送り込み生育を促進させる効果があったと考えられる。また同じ3回除草区間では、代掻き後33日までに除草を多く行なった方が収量は多い傾向が見られた。

図2でK2水田C3、D3を除くと雑草量と収量の間を負の相関関係($R = -0.686$)が見られるが、C3とD3を含むとその関係が見られない。その調査区の雑草が同水田内の他の区に比べて極端に多かったのは、土壌のレベルが高く、地表が水面から現れてしまった状態が観察されており、そのために雑草が多く発生したのではないかと考えられる。A区とB区ではK1同様、反復区の間で雑草が多いほど収量が少なくなる傾向が見られた。一部を除く

K2 水田で雑草の発生が少なかったのは、2011 年同様に K1 に比べて K2 では浮草が大量に発生したため、土壤に届く光が少なかったことも一因ではないかと考えられる。

K2 水田 C3、D3 のように土壤が地表から現れると、土壤が硬化し、除草機で雑草を掻き揚げるのが難しくなるため、除草効果が減退したのではないかと考えられる。人為的に行う作業は水の管理と雑草処理が主である無施肥栽培では、できる限り湛水状態を維持し、除草機の効果が上がるよう土壤を硬化させないようにしないといけない。

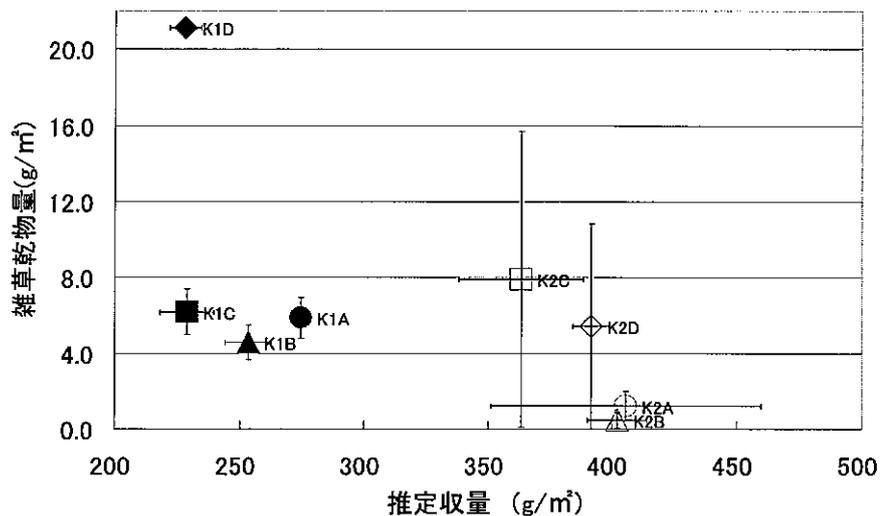


図2 雑草量が収量に及ぼす影響

3-2 生育に及ぼす雑草処理の影響

K1・K2 水田共に、生育への雑草処理の違いによる区間差はほとんど見られなかった（図省略）。しかし、K1 と K2 の水田間には差があった（図 3、4）。生育調査項目の中で最も顕著な差が現れたのは例年同様、茎数であった。K2 水田では 6 月中旬から 7 月中旬までに大きく茎数の増加が見られ、K1 水田との差が広がった。両水田共に無効分げつ数は非常に少ない。また、収量構成要素を比較してみると、1 穂重も K1 よりも K2 の値が大きかった（表 2）。1000 粒重には K1、K2 の間に大きな差がなかったことから、穂重の差は、籾数の差によるものである。この茎数（穂数）と籾数の違いが収量の差に繋がった。今後 K1 の茎数を増加させるには、収穫後から代播きまでの土壤管理方法や、田植えの時期も考えていくことができる。K1、K2 水田の SPAD 値は、測定開始から減少し、8 月中旬

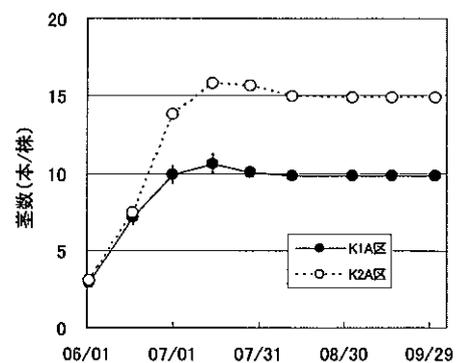


図3 土壌の違いによる茎数比較

にわずかではあるが増加している（図 4）。
 このように SPAD 値が減少後、8 月末に増
 大する現象は、無施肥水田ではしばしば観
 察されている。K2 では、2011 年よりこの
 傾向が現れ、2012 年も同じ現象が現れた。

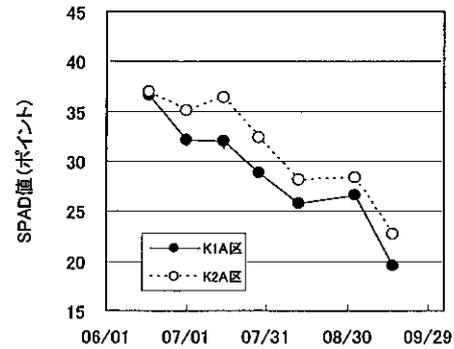


図4 土壌の違いによるSPAD値比較

表2 各区の収量構成要素(2012)

	区	穂数(本/株)	穂重(g/本)	1000粒重(g)	穂数×穂重(g/株)
K1	A	9.87	1.94	22.89	19.13
	B	9.33	1.96	23.00	18.31
	C	9.43	1.82	22.82	17.17
	D	9.63	1.78	22.62	17.11
K2	A	14.90	2.09	22.66	31.18
	B	14.67	2.14	23.07	31.31
	C	15.23	2.01	22.92	30.64
	D	14.47	1.96	22.84	28.34

3-3 4年間の比較

収量を4年間で比較してみると、
 K1・K2 水田の全ての区において、
 2011年より少なかった。(図5、6)。
 2011年の収量が他の年に比べて多か
 ったのは、K1では茎数だけでなく1
 穂重が重かったことによる(表3)。K2
 では茎数が多かったことが収量に影
 響していた。この水田では、最高分
 げつ期である6月下旬の日照時間と
 分けつ数に相関関係(K1 R=0.944,
 K2 R=0.970)が見られた(図7)。この
 ことから、最高分けつ期に日照時間
 が多い時期と合わせるために、田植
 えの時期を少し早めて、梅雨入りす
 る前に最高分けつ期を迎えるよう
 にすることが収量の増加に結びつく
 とも考えられる。

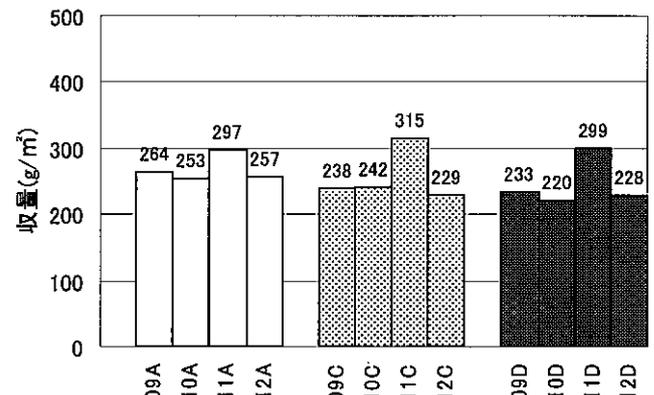


図5:4年間の収量比較(K1)

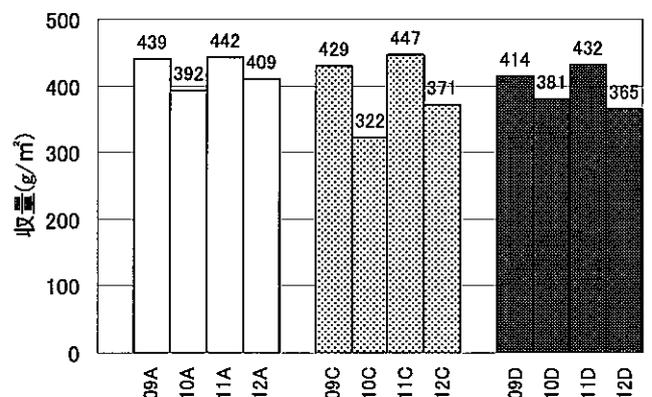


図6:4年間の収量比較(K2)

表3 各区の収量構成要素4年間比較(4回除草区)

	区	穂数(本/株)	穂重(g/本)	1000粒重(g)	茎数×穂重(g/株)
K1	2009	11.07	1.83	21.96	20.26
	2010	9.47	2.18	22.36	20.64
	2011	10.33	2.28		23.55
	2012	9.87	1.94	22.89	19.13
K2	2009	16.77	2.04	20.95	34.21
	2010	14.63	1.88	21.19	27.50
	2011	16.87	2.03		34.25
	2012	14.90	2.09	22.84	31.18

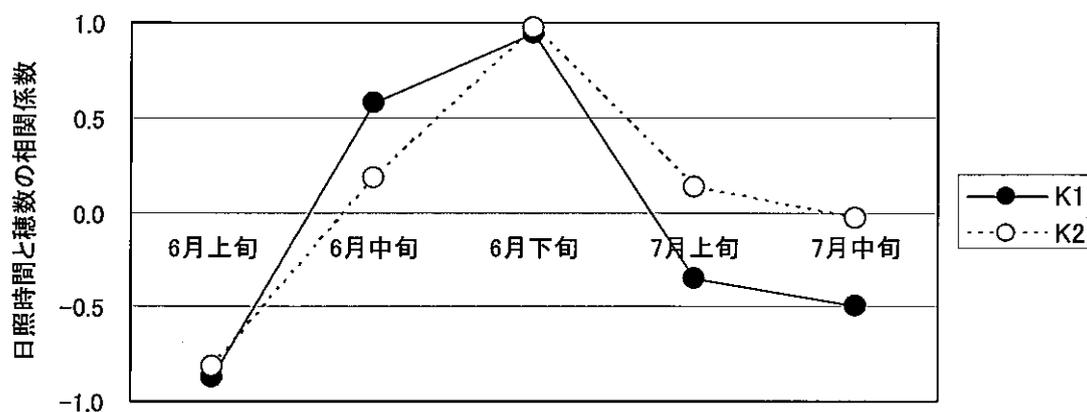


図7 日照時間と穂数との相関係数の推移

注) 2009年から2012年の4年間のデータを用いた。

日照時間は気象庁ホームページの南丹市園部町を参照した。

4、今後の研究課題

本試験水田では雑草量はあまり多くなく、3回除草でも雑草害を抑えることができ、収量も確保できると考えられる。今後はさらに除草回数を減らすなど、除草の効率を高められるような適切な除草の方法についてさらに調査していきたい。また、K2は無施肥転換後5年目となる。土壌の残存施肥成分はかなり減少していると考えられるが、収量がどのように推移するかにも注目していきたい。

無施肥無農薬栽培における玄米の窒素および珪酸含量

岩本啓己¹⁾・本間香貴¹⁾・栗田光雄^{1,2)}・白岩立彦¹⁾

¹⁾京都大学大学院農学研究科・²⁾NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会

珪酸は植物の必須元素とは認められていないものの、イネ(*Oryza sativa* L.)においては無機養分の中で最もよく吸収される。珪酸の十分な吸収によって病虫害抵抗性が向上するだけでなく収量が向上することも報告されており、収量構成要素の中では特に、登熟歩合や千粒重など、生育期間の後半に形成される要素の増加がみられる。加えて、根の活性を高めるとされていることから、近年深刻化している高温や乾燥によるイネの登熟障害を珪酸の吸収促進によって緩和することも期待される。

そこで今回は、無施肥無農薬栽培調査研究会やその会員の農家が栽培したイネの玄米に、京都大学農学部作物学研究室が栽培したものを加え、その外観品質と窒素含量・珪酸含量を測定したので、報告する。

材料および方法

【玄米サンプル】

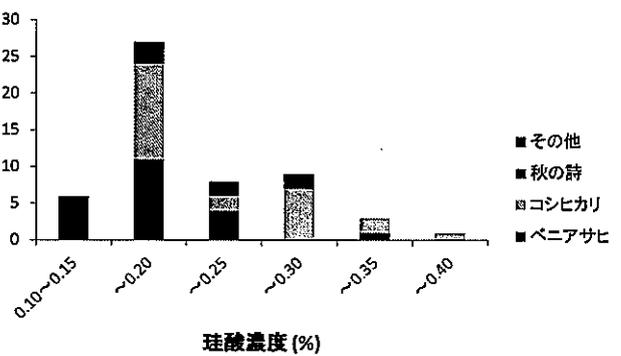
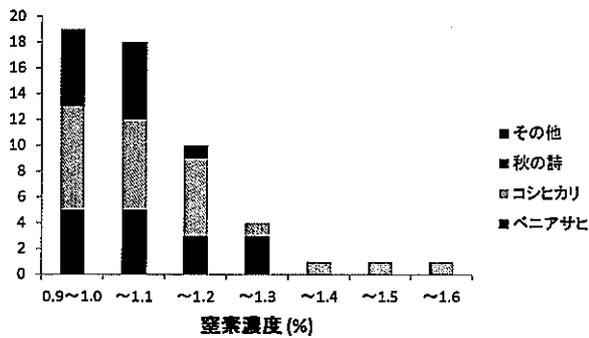
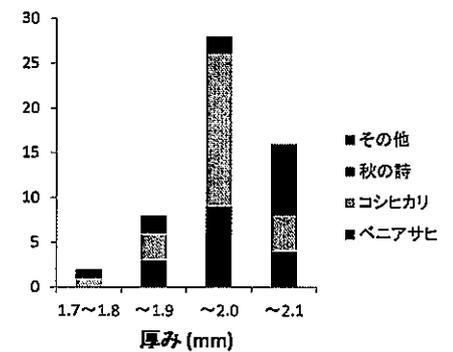
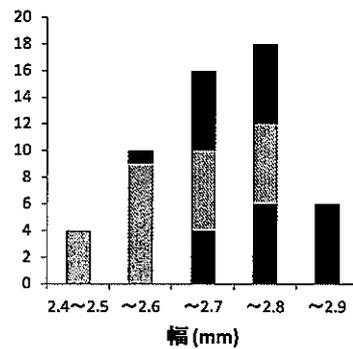
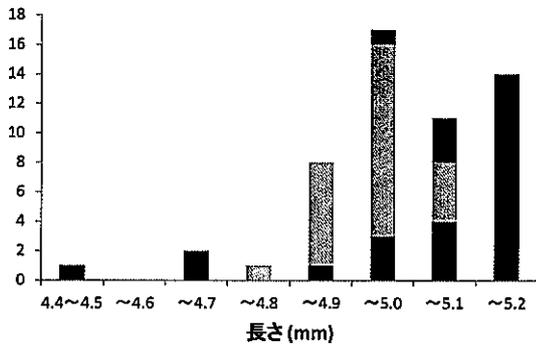
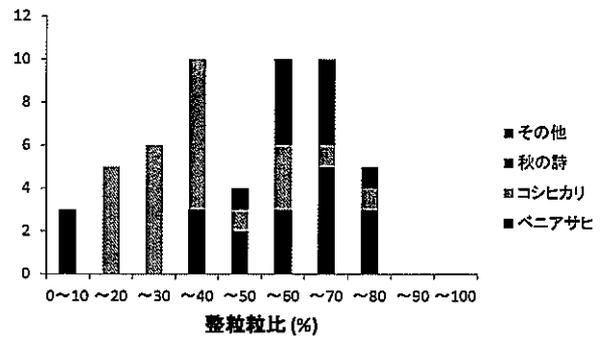
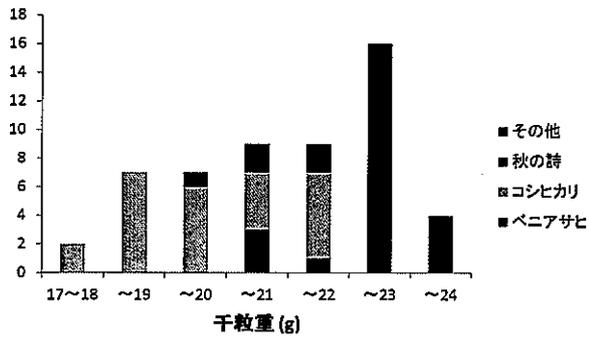
玄米サンプルは、2012年に栽培されたものを用いた。無施肥無農薬栽培調査研究会とその会員の農家が栽培したイネの玄米は、京都・滋賀・福井の3府県を産地とし、品種はベニアサヒ・コシヒカリ・秋の詩・ヒノヒカリ・農林16号・新羽二重(もち品種)の6品種であった。ベニアサヒとコシヒカリについては、京大圃場において施肥を行って栽培したものも加えた。供試した玄米サンプルの概要を表1に示す。

なお、京大圃場では6月2日に、6品種を条間30cm、株間15cmの22.2株/m²の栽植密度で、1株1本で手植えした。基肥・追肥ともに行わなかった無施肥区、基肥N:P₂O₅:K₂O=5:5:5 [g/m²]を6月6日に施用し追肥を行わなかった少肥区、基肥N:P₂O₅:K₂O=5:5:5 [g/m²]を6月6日に、追肥N:P₂O₅:K₂O=5:5:5 [g/m²]を7月26日・8月3日に半量ずつ施用した標準区の3試験区を3反復乱塊法で配置した。

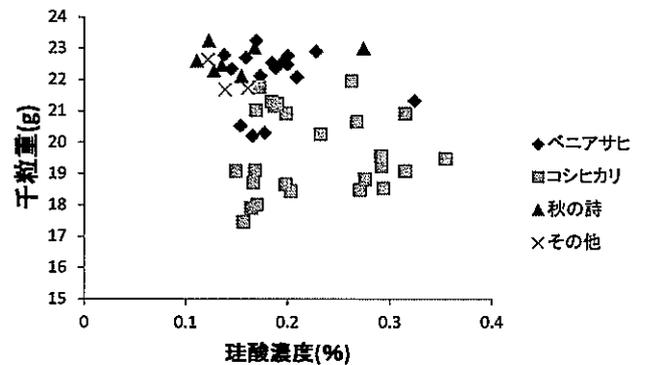
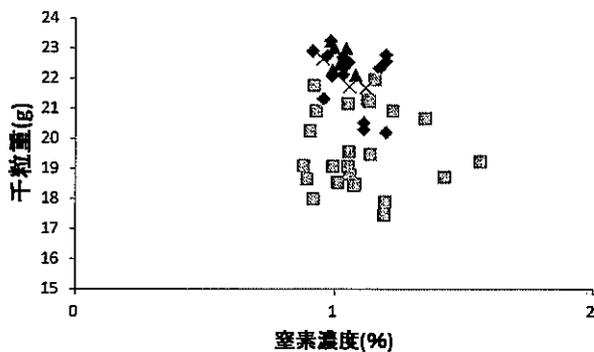
玄米サンプルは千粒重のほか、卓上型穀粒判別機(Satake製)によって整粒粒数、米粒の長さ・幅・厚み、を測定した。また、窒素含量をインドフェノール法によって、珪酸含量をフッ化水素酸抽出法によって測定した。

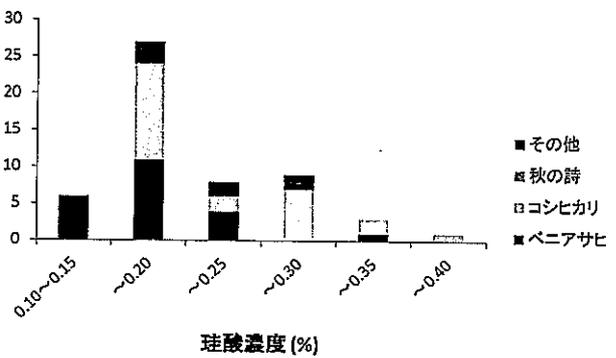
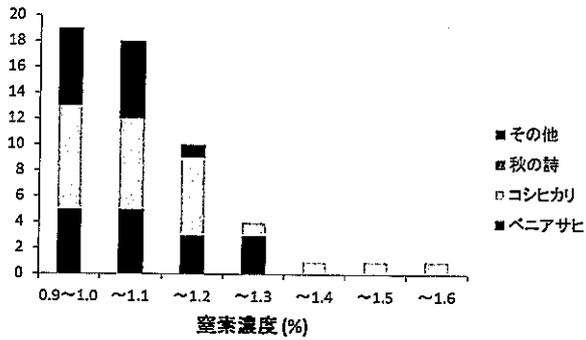
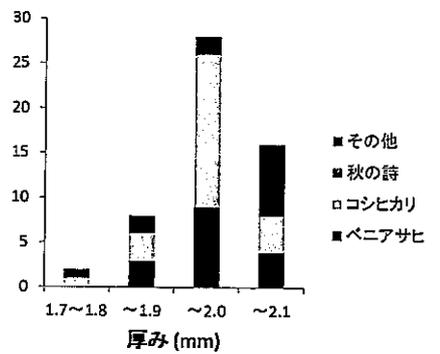
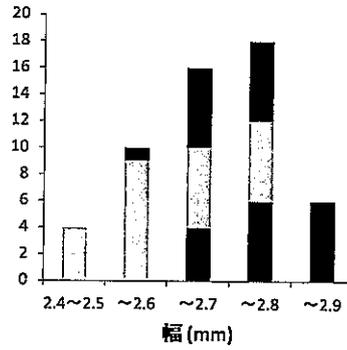
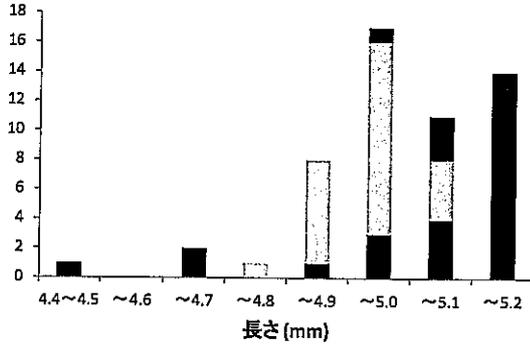
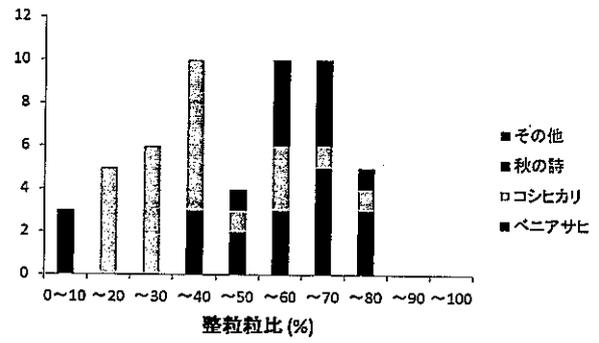
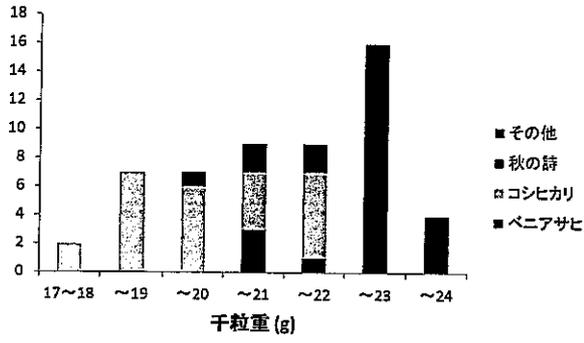
結果および考察

玄米サンプルの千粒重、整粒粒数、米粒の長さ・幅・厚み、窒素含量、珪酸含量の分布を以下の図に示す。これらの結果から、ベニアサヒはコシヒカリと比較して、千粒重や整粒粒比、米粒の長さ・幅に優れることが推察された。また、ベニアサヒとコシヒカリについて、栽培条件ごとの分布(図省略)によると、ベニアサヒは施肥量が少ない条件で整粒粒比や長さ・幅・厚みが増加する傾向がみられたが、コシヒカリではそうした傾向はみられなかった。両品種について、玄米中の窒素濃度は施肥量に従って減少する傾向にあったが、珪酸濃度はそうした傾向は示さなかった。

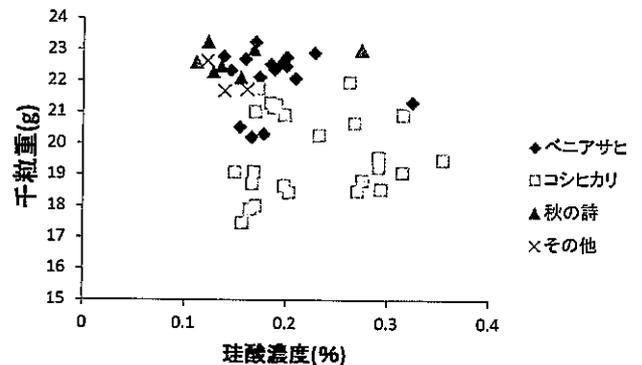
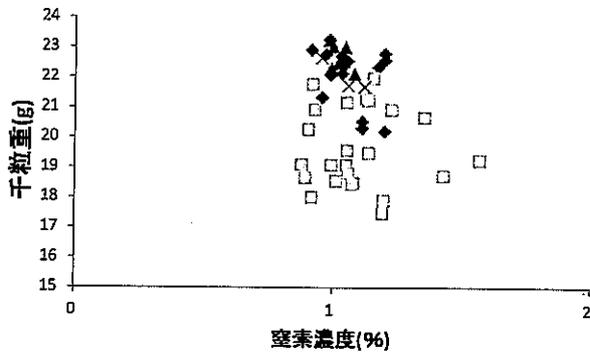


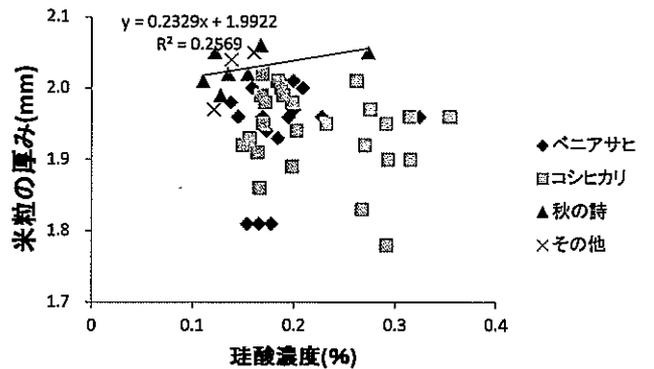
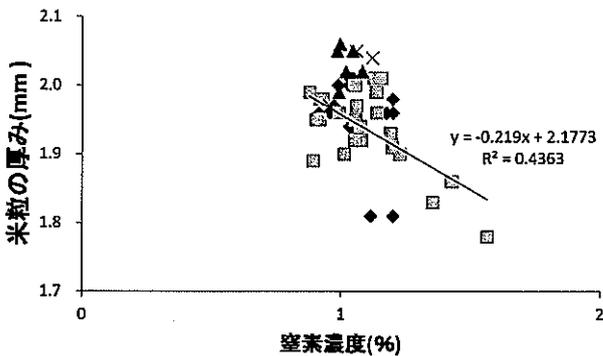
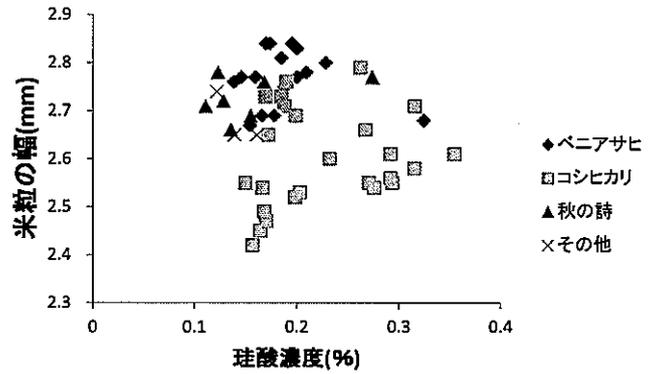
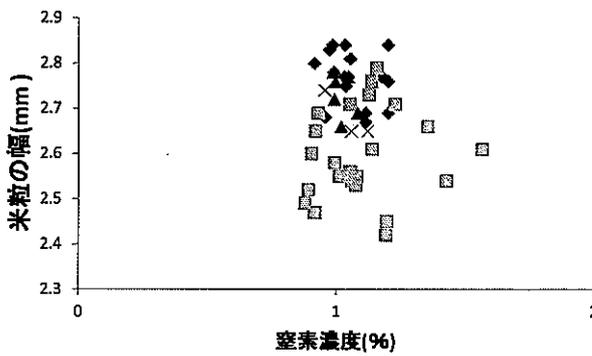
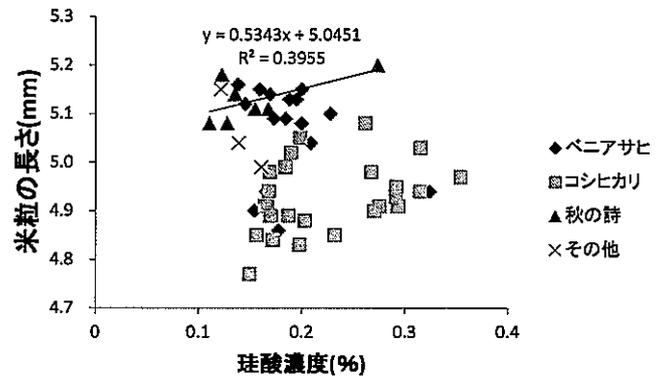
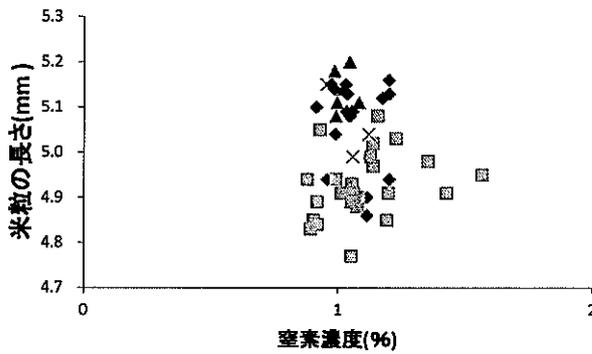
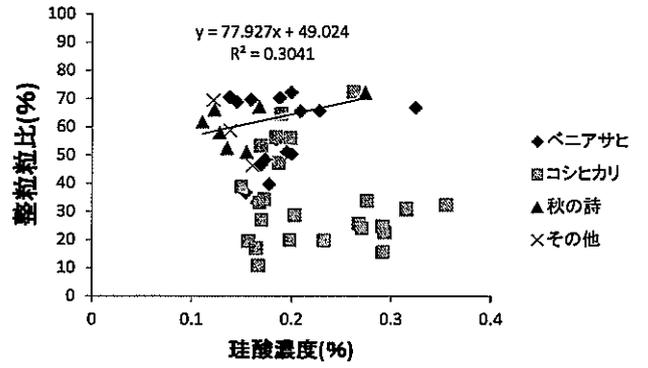
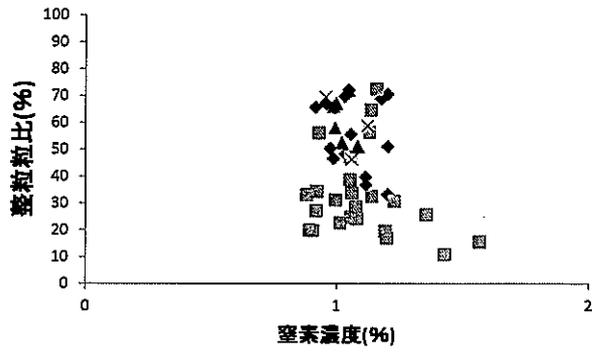
べニアサヒ・コシヒカリ・秋の詩・その他について窒素含有率やケイ酸含有率と玄米の各データの相関を示したのが以下の図である。コシヒカリでは基部未熟粒や腹白未熟粒が窒素含有率と負の相関を示し、青未熟粒が窒素含有率と正の相関を示した。また、秋の詩では基部未熟粒が窒素含有率と負の相関を示し、腹白未熟粒が珪酸含有率と負の相関を示した。

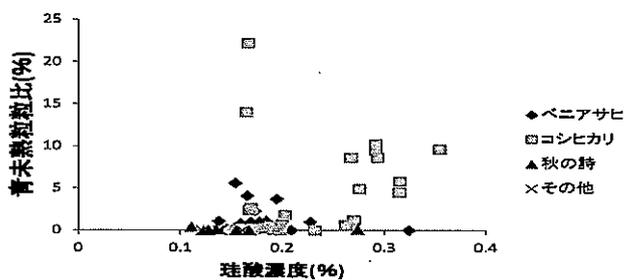
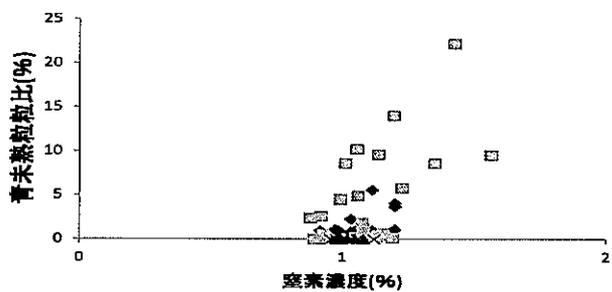
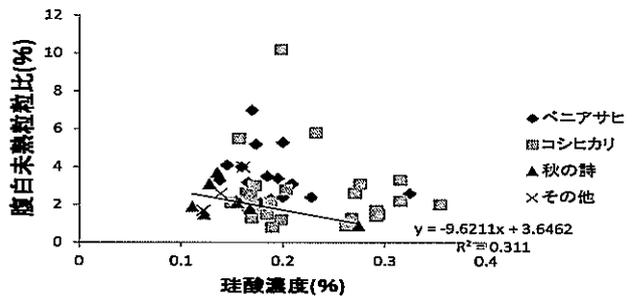
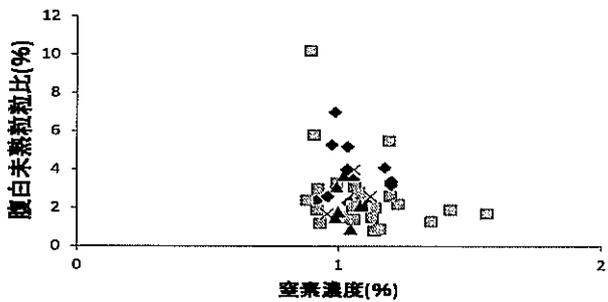
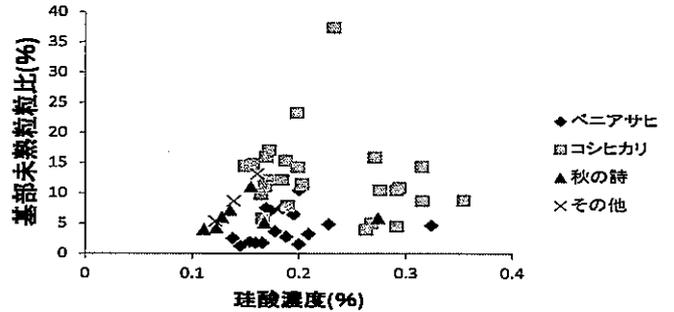
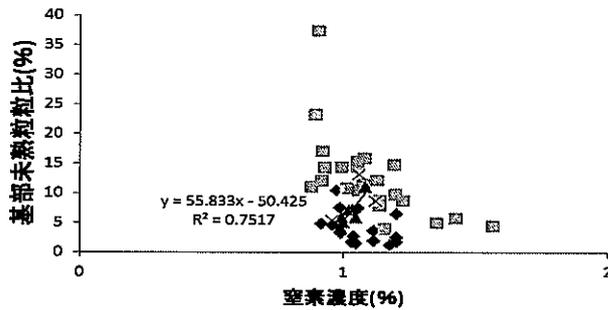
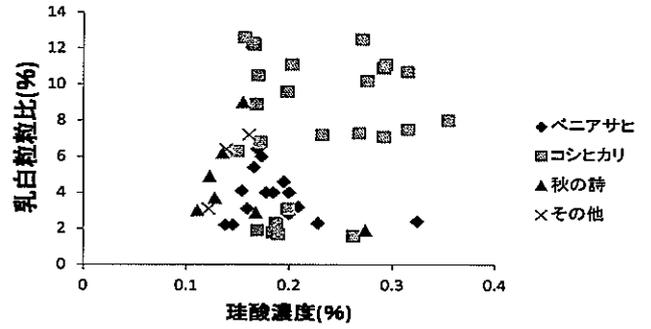
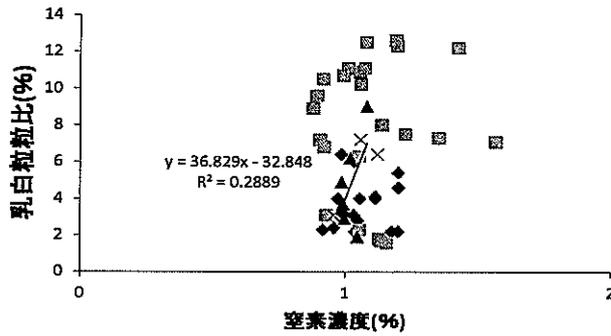




ベニアサヒ・コシヒカリ・秋の詩・その他について澱素含有率やケイ酸含有率と玄米の各データの相関を示したのが以下の図である。コシヒカリでは基部未熟粒や腹白未熟粒が澱素含有率と負の相関を示し、青未熟粒が澱素含有率と正の相関を示した。また、秋の詩では基部未熟粒が澱素含有率と負の相関を示し、腹白未熟粒が珪酸含有率と負の相関を示した。







結論

無施肥無農薬栽培では、特にベニアサヒにおいて、整粒粒比や長さ・幅・厚みが増加する傾向がみられた。また、両品種について、玄米中の窒素濃度は施肥量に従って減少する傾向にあったが、珪酸濃度はそうした傾向は示さなかった。今回のサンプルでは、玄米の珪酸含有率と形質との関係は明確ではなかったが、品種によっては、窒素や珪酸の含有率と、各種未熟粒の割合との間に相関がみられた。

今後はデータ数を増やし、窒素と珪酸の玄米品質に与える影響を解析するとともに、アミロース含量や食味計などを用いて食味への影響も分析する方針である。

無施肥無農薬栽培水田における土壌と灌漑水が収量形成に及ぼす効果

報告者 伊吹克也・家田善太・栗田光雄 (NPO 無肥研)・白岩立彦 (京大院農)

1. 緒言

宇治市小倉において2003年より無施肥無農薬栽培を継続している水田の一部に、滋賀県栗東市にて1951年より無施肥無農薬栽培を継続していた水田の表土を2006年に移設した。栗東の土壌を移設した部分をR水田(10a)とし、小畦で区切ったそれ以外の部分をO水田(25a)とした(家田ら(2009)参照)。

R水田の水稲収量は、栗東にて水稲を生産していた時期(おおむね400kg/10a)やO水田(おおむね350kg/10a)と比べて低収(おおむね300kg/10a)が継続している。そこでR水田とO水田の特性を解明することで、無施肥無農薬栽培に適した栽培法を見いだせるのではないかと考え、この両水田において生育及び収量について2008年より継続して調査している。本報告はその調査の一環として実施した試験の結果である。

これまで栗東水田における灌漑水と土壌が収量におよぼす影響を試験した報告では(長谷川・竹内・奥村(1979)), 無施肥栽培水田においては灌漑水が収量に影響していることが報じられている。灌漑水の影響が水田内の各地点の土壌の養分や窒素無機化量に位置変動をもたらすことが認められ、水口部で顕著に収量が多くなることが報告されている。これらの土壌と灌漑水の効果の特徴が、素掘りの用水路を通じて野洲川から取水した灌漑水を供給していた栗東水田に特異的なものか、コンクリートで整備された用水路を通じて宇治川から取水している本圃場にも相当するのかを調査することは、他の地域や条件のもとで無施肥栽培を実施する上で、有益な情報をもたらすものと思われる。

2. 実験方法

R水田とO水田の収量に、土壌および灌漑水がどのように影響を及ぼしているかを比較するために水稲をポット栽培して実験した。

ポット(1/2000a)にはR、Oそれぞれの水田の水口、中央、水尻の表層土ならびに川砂を充填し、それぞれR_i区、R_c区、R_o区、O_i区、O_c区、O_o区、S_d区とした。ポットはR、O両水田それぞれの水口、中央、水尻に、ポットの縁が田面と同じ高さになるように埋設した。水口部及び水尻部には、R_i区からO_o区の水田土壌を充填したポットは2反復、S_d区は3反復ずつ設置し、中央部にはR_i区からO_o区は各1、S_d区は3反復ずつ設置した。供試した品種はベニアサヒで、4月11日にポット育苗箱に播種し、ハウスで養生したのち、6月2日に各ポットに1株3本ずつ手植えた。

調査は、収穫後に全てのポットについて、玄米収量、穂数、一穂粒数、登熟歩合、1000粒重、地上部乾物重、収穫指数などの収量構成要素を計測あるいは計算により求めた。また地下部について、全ての株の根重(乾物)を計測し、写真撮影を行った。またポット設置場所の地温を記録した。灌漑水のEC値をR、Oそれぞれの水田の水口、中央、水尻及び

水路にて6月18日,7月1日,7月11日の3回測定した。

統計処理は、分散分析とチューキーの多重比較検定を用いた。

3. 実験結果及び考察

栽培概要

播種	4月	11日
代かき	5月	28日 (粗代かき 5月 23日)
移植	5月	31日
最高分けつ期	R水田	7月 14日
	0水田	7月 21日
出穂日	8月	28日
開花日	8月	31日
収穫日	10月	13日

水田ではおおむね湛水状態を維持した。6月5日から7月11日までの期間に5回機械除草を行った。10月1日に水を落とした。

灌漑水による効果 (ポット設置場所間の比較)

Sd区には水稻に供給する養分量が無いと仮定し、灌漑水の効果を各設置位置のSd区の測定値を用いて比較した(表1)。玄米収量は0水田がR水田よりも5~9倍多くなり、特に0水田の水口部で有意に多かった。収量構成要素の中では1穂粒数で0水田水口部と0水田水尻部がR水田のどの区よりも有意に多かったが、他の要素では各区の間に大きな差は認められなかった。また地上部乾物重は0水田がR水田よりも5倍以上重く、0水田の水口部と水尻部が顕著に重かった。同じ水路の灌漑水を用いているにも関わらずこれだけの差を生じた要因の一つとして、0水田に、R水田と反対側に隣接した水田からの水の流入が考えられた。隣接している水田の耕作者は、有機・不耕起栽培を実施しており、灌漑水が地中や畦から常時流出している。0水田はその隣接水田の下側にあるため、隣接水田の灌漑水が相当量流入していることが認められた。畦ぎわには畦シートで水の流入を防いでいたが、畦から1~2m離れた水田面からも水の流入が認められた。EC値はR水田,0水田とも水口>中央>水尻の順に高かったが、R水田のほうが0水田よりも水口と水尻との差が大きかった。これは灌漑水中の養分が水田中を流下する間に土壤に沈殿または吸着していったものと考えられた(表2)。

土壤の効果 (ポット充填土壤間の比較)

土壤別に集計すると収量では0水田がR水田よりも有意に多く水田間の差は認められたものの、土壤区間には有意な差は認められなかった。収量構成要素中では穂数で土壤区間に

有意な差が認められた。O_o区が多く、O_i区とR_c区が少なかった(表3)。前述のようにR、O水田間に灌漑水の影響が認められたので、ポットを設置した水田別に集計してみると、R水田では収量及び穂数に有意な区間差が認められ、O_o区が高く、R_o区、R_c区及びO_i区が低かった(表4)。O水田土壌では水尻部が高く、R水田土壌では水口部が高くなる傾向が見られたが、水田間で異なった結果が出てきた理由を解明することは今後の課題となると思われる。O水田に設置したポットでは収量及び収量構成要素に有意な区間差は認められなかったことは前述の灌漑水の影響が現われたかもしれない(表5)。

根重と収量

R水田に設置したポットの中で、O_o区は収量と同様に根重も重かった。R水田における根重と収量との間には強い相関関係が認められた($r=0.90$) (図1)。無施肥無農薬栽培水田では施肥田に起こりがちな根腐れがほとんどなく健全な状態が生育末期まで持続し、「秋優り」的生育型を示す傾向があると報告されている(竹内・奥村・長谷川(1979))。小倉水田の根の形態を観察すると、垂直方向にかなり深く伸びていた。しかし、直下の根の密度はさほど高くなく、茎の上位の節から出現するうわ根はよく発達していた(図2)。このような根の形態が無施肥無農薬栽培水田の特徴を示しているかどうかについては今後の研究課題である。土壌からの養分吸収にかかわる根の量と質を向上するためには、生育後期の根の活性度合いのみでなく生育初期における根の生長を促進させる要因についても調査していくことが今後の課題であると考えられた。

地温

地温について、水口、中央、水尻部に別けて両水田間の比較をすると、R水田の方が平均で0.1~0.5℃高かった。時期別にみると、栽培初期にはほとんど差が見られなかったが、7月中旬ごろより差が見られ始め、8月下旬から9月中旬までは水口部を除き、R水田の地温がO水田よりも一貫して高かった(表6)。R、O両水田の観察記録(家田ら(2013))によると7月中旬ごろより両水田間で茎数、草丈及び葉面積に差が見られるようになったことから、地表面への日照量に差異が生じて両水田間の地温に差が表れた可能性がある。それぞれの水田内の場所による異いを比較すると、両水田とも中央>水口>水尻の順に地温は高かったが、これは水田面の整地作業において中央部の土壌面がやや高く水深が浅くなったためではないかと思われた。地温と収量の間に関係は認められなかった。

その他

2012年の栽培期間中にO水田に全体にごま葉枯病が見られた。しかし、R水田にはごま葉枯病はほとんど見られなかった。隣接する水田でこのような差異が生じたことは興味深い結果であった。

4. まとめ

無施肥無農薬栽培の場合、灌漑水の影響は大きいと言われている。R水田に用いられている土壌が栗東市で水稻を生産していた時期と比べて移設後に低収になっている原因は物理性、化学性、生物性など多くの要因が考えられ、一概に判断することは困難である。その中で栗東市ではかけ流しによる栽培を実施していたことは注意する必要があると思われる。かけ流しによる多量の灌漑水が水田に養分を供給し、水口周辺に固形物を堆積して地力を高めることで高い収量が得られたことが報じられている（長谷川・竹内・奥村（1979））。R水田でも水口部土壌の方が他の部分の土壌よりも収量が多かったことやEC値の測定値が水口から水尻に向けて減少することから、土壌及び水稻が灌漑水から養分の供給を受けている可能性が示唆された。小倉圃場では用水確保が充分でないことから、かけ流し栽培はしていない。このことが栗東で生産していた時期よりもR水田が低収の要因のひとつとも考えられた。しかし、地域によっては用水確保等の条件が厳しいところもあり、かけ流し栽培は水生産性の観点からはデメリットになる一方で、地温の上昇を抑制する効果もあることから地域による特性を考慮する必要がある。

土壌の影響は灌漑水からの養分供給の少ないR水田では認められたが、O水田には認められなかった。その理由は解明できなかった。土壌の成分の時期による変動を調査し、微生物の活性化や土壌窒素の無機化などと、根の生長との関係を調査していく必要があると思われた。

O水田では隣接水田の水の流入し影響を及ぼしていることが示唆されたので、今後は畦ぎわだけでなくO水田の中に畦シートを設置するなど他の水田からの影響を極力排除した実験系を確保したい。

無施肥無農薬栽培における特性を更に精査するためには、気候や栽培地域、品種によって異いはあろうが、成育初期において灌漑水や土壌をはじめとする諸条件が根の発育に及ぼす影響を調べていく必要があると思われた。

5. 参考文献

長谷川浩・竹内史郎・奥村俊勝 近畿大学農学部紀要, 12, 109~115 (1979)

表1 小倉水田用水の収量構成要素に及ぼす影響

設置位置	玄米重(g/pot)	穂数(本/pot)	1穂粒数(個/本)	登熟歩合(-)	1000粒重(g)	全乾物重(g/pot)	収穫指数HI(-)
R水田水口部	0.76 b	2.0 a	16.9 b	0.96 a	22.2 a	2.7 b	0.218 a
R水田中央部	0.59 b	3.0 a	10.8 b	0.91 a	21.6 a	2.1 b	0.279 a
R水田水尻部	0.71 b	2.7 a	12.0 b	0.96 a	21.3 a	2.5 b	0.263 a
O水田水口部	6.83 a	3.7 a	83.1 a	0.98 a	23.0 a	15.6 a	0.434 a
O水田中央部	3.16 ab	2.5 a	40.0 ab	0.99 a	24.0 a	7.8 ab	0.318 a
O水田水尻部	6.16 ab	3.5 a	76.3 a	0.97 a	25.1 a	14.4 ab	0.410 a

砂を充填したポット(1/2000 a)を各設置位置に3ポットずつ設置し、各々のポットに水稻(ベニアサヒ)の苗を1株3本植えた。数字のあとの同記アルファベットは、各項目についてチューキーの多重比較検定(5%水準)で有意な差がないことを示す。

表2 小倉水田におけるEC値

(単位: $\mu\text{S}/\text{cm}$)

日付	水路	R 水 田			O 水 田		
		水口	中央	水尻	水口	中央	水尻
6月18日	124	125	65	58	125	85	68
7月1日	85	69	69	64	89	71	67
7月11日	118	156	71	66	121	73	62
平均	109.0	116.7	68.3	62.7	111.7	76.3	65.7

表3 小倉水田土壌の位置の違いが収量構成要素に及ぼす影響

土壌採取地	玄米重(g/pot)	穂数(本/pot)	1穂粒数(個/本)	登熟歩合(-)	1000粒重(g)	全乾物重(g/pot)	収穫指数HI(-)
Ri区	11.15 a	7.3 abc	72.4 a	0.97 a	23.3 a	30.5 ab	0.353 a
Rc区	9.44 a	6.6 c	66.5 a	0.97 a	22.9 a	25.5 b	0.358 a
Ro区	10.75 a	7.0 bc	71.6 a	0.98 a	23.5 a	28.5 ab	0.361 a
Oi区	10.59 a	6.9 c	70.0 a	0.97 a	23.2 a	27.9 ab	0.363 a
Oc区	13.27 a	8.3 ab	72.2 a	0.97 a	23.2 a	35.5 a	0.358 a
Oo区	12.82 a	8.6 a	67.4 a	0.98 a	23.2 a	33.4 ab	0.370 a

各地点から採取した土壌を充填したポット(1/2000 a)をR, O両水田の水口, 中央, 水尻部に1~2ポットずつ設置した。

それぞれのポットに水稻(ベニアサヒ)の苗を1株3本植えた。

数字のあとの同じアルファベットは, 各項目についてチューキーの多重比較検定(5%水準)で有意な差がないことを示す。

表4 小倉水田(R水田)土壌の位置の違いが収量構成要素に及ぼす影響

土壌採取地	玄米重(g/pot)	穂数(本/pot)	1穂粒数(個/本)	登熟歩合(-)	1000粒重(g)	全乾物重(g/pot)	収穫指数HI(-)
Ri区	9.20 ab	7.2 ab	62.7 a	0.96 a	22.3 a	27.6 ab	0.323 a
Rc区	7.98 b	6.6 b	56.2 a	0.97 a	23.0 a	23.3 b	0.332 a
Ro区	8.19 b	6.4 b	60.9 a	0.98 a	22.8 a	23.8 b	0.333 a
Oi区	8.03 b	6.4 b	59.6 a	0.97 a	23.0 a	23.7 b	0.327 a
Oc区	10.33 a	7.8 ab	60.7 a	0.98 a	23.2 a	29.8 a	0.336 a
Oo区	10.44 a	8.4 a	58.1 a	0.98 a	22.9 a	29.8 a	0.339 a

各地点から採取した土壌を充填したポット(1/2000 a)をR, O両水田の水口, 中央, 水尻部に1~2ポットずつ設置した。

それぞれのポットに水稻(ベニアサヒ)の苗を1株3本植えた。

数字のあとの同じアルファベットは, 各項目についてチューキーの多重比較検定(5%水準)で有意な差がないことを示す。

表5 小倉水田(O水田)土壌の位置の違いが収量構成要素に及ぼす影響

土壌採取地	玄米重(g/pot)	穂数(本/pot)	1穂粒数(個/本)	登熟歩合(-)	1000粒重(g)	全乾物重(g/pot)	収穫指数HI(-)
Ri区	13.09 a	7.4 a	82.1 a	0.97 a	24.3 a	33.4 a	0.382 a
Rc区	10.89 a	6.6 a	76.9 a	0.96 a	22.8 a	27.7 a	0.384 a
Ro区	13.31 a	7.6 a	82.2 a	0.97 a	24.1 a	33.1 a	0.389 a
Oi区	13.15 a	7.4 a	80.4 a	0.96 a	23.5 a	32.0 a	0.398 a
Oc区	16.21 a	8.8 a	83.7 a	0.96 a	23.2 a	41.2 a	0.381 a
Oo区	15.20 a	8.8 a	76.8 a	0.97 a	23.4 a	36.9 a	0.401 a

各地点から採取した土壌を充填したポット(1/2000 a)をR, O両水田の水口, 中央, 水尻部に1~2ポットずつ設置した。

それぞれのポットに水稻(ベニアサヒ)の苗を1株3本植えた。

数字のあとの同じアルファベットは, 各項目についてチューキーの多重比較検定(5%水準)で有意な差がないことを示す。

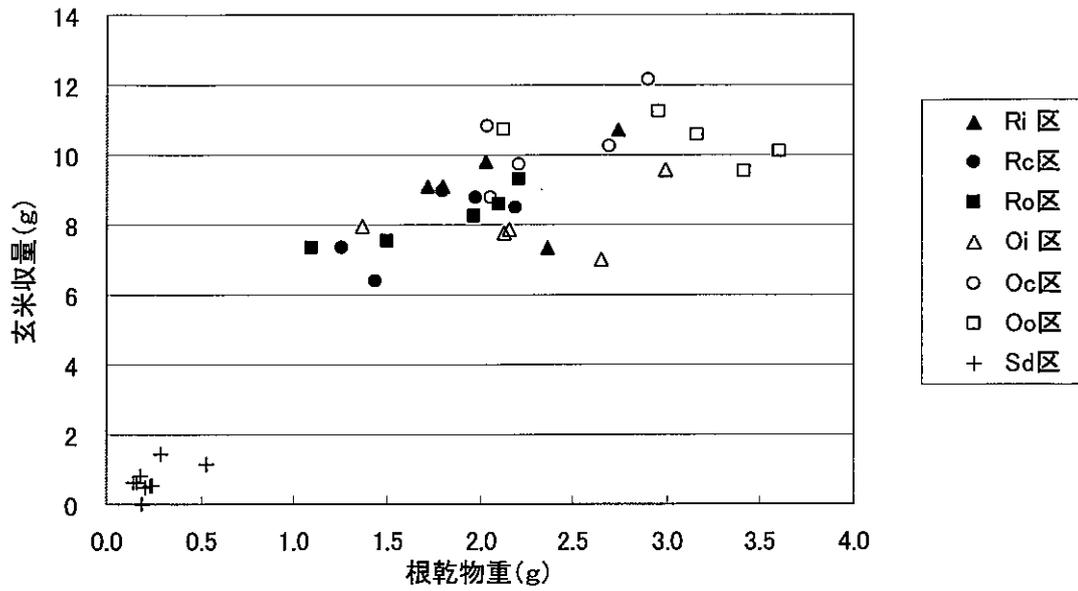


図1 R水田でポット栽培した水稻の根重と収量の関係

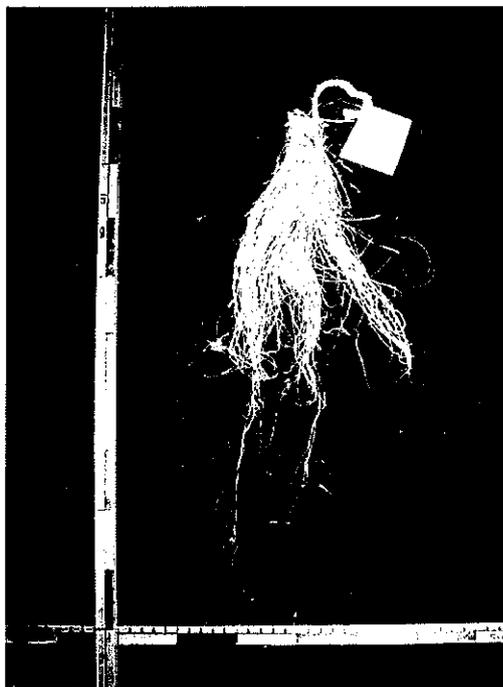


図2 R水田でポット栽培した根
注) 10月13日に収穫後、掘り出した。

表6 小倉水田の各地点における旬別平均地温(°C) (2012年)

暦日	R 水 田			O 水 田		
	水口	中央	水尻	水口	中央	水尻
6月上旬	22.2	22.3	21.9	22.4	22.2	21.8
6月中旬	22.3	23.2	22.9	22.7	23.2	22.8
6月下旬	23.4	24.1	23.6	23.0	24.1	23.7
7月上旬	24.9	25.7	25.1	24.6	25.6	25.1
7月中旬	28.1	28.8	27.9	27.0	28.4	27.9
7月下旬	29.2	30.1	29.1	28.7	29.6	29.0
8月上旬	29.3	29.7	28.9	29.2	29.4	28.5
8月中旬	28.4	28.7	27.9	28.0	28.2	27.7
8月下旬	27.9	28.4	27.5	28.0	27.6	27.0
9月上旬	27.1	27.7	26.9	27.4	26.9	26.4
9月中旬	26.4	27.0	26.1	26.7	26.1	25.6
9月下旬	23.7	24.0	23.2	23.5	23.2	23.1
10月初旬	21.9	22.2	21.4	21.0	21.4	21.3
	R 水 田			O 水 田		
	水口	中央	水尻	水口	中央	水尻
平均(°C)	25.7	26.3	25.6	25.6	25.8	25.4
最高(°C)	29.3	30.1	29.1	29.2	29.6	29.0
最低(°C)	21.9	22.2	21.4	21.0	21.4	21.3
SD(°C)	2.8	2.9	2.7	2.8	2.8	2.6

注) 地温は地表下5cmに自動記録式温度計を埋め、2時間おきに記録した。

プラントキャノピーアナライザー (LI-COR LAI-2000) を用いた葉面積動態評価法

廣岡義博¹⁾・本間香貴¹⁾・神林満男¹⁾・岩本啓己¹⁾・栗田光雄^{1,2)}・白岩立彦¹⁾

¹⁾京都大学大学院農学研究科・²⁾NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会

イネにとって、単位土地面積当たりの葉の面積である葉面積指数 (LAI) は光合成生産を定量化するのに重要な指標である。しかしながら、従来の破壊的測定による LAI 測定は莫大な労力と時間を要する。これに対して、プラントキャノピーアナライザーを用いた非破壊的な LAI 測定は、測定に要する労力・時間を大いに削減するため、一般的な測定方法として受け入れられつつある。さらにこの測定法は、多点あるいは多頻度の測定も容易にするため、従来とは異なった解析法への発展も期待される。本報告では、プラントキャノピーアナライザーの一つである LI-COR LAI-2000 (以下 LAI-2000) の測定原理・精度とこれを用いた LAI 動態の評価方法の一例について紹介する。

測定原理

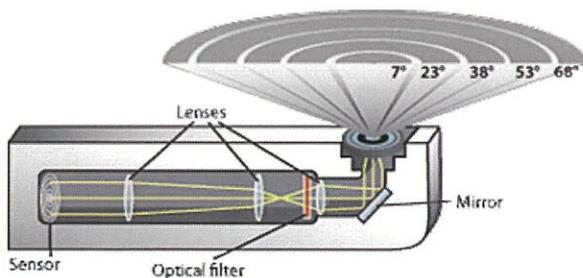
LAI-2000 はセンサー部と制御装置に分かれている (右写真)。センサー部には魚眼レンズと 7°、23°、38°、53°、68° の異なるシリコン検出器が内蔵されており、群落上部と群落内部での光量を測定し、光の透過率が算出される (第 1 図)。このとき、葉での反射が最も小さくなる波長 320-490nm で測定をおこなう。一方で、制御装置は測定された透過率とモデルを用いて LAI を推定する。



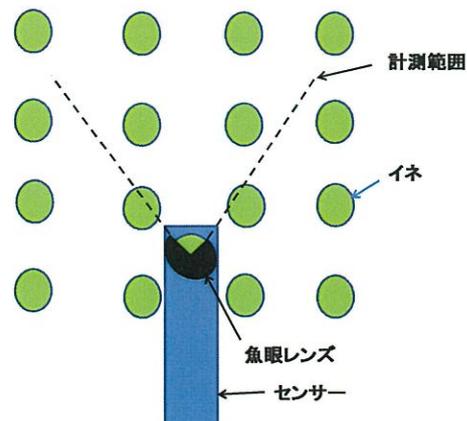
LAI と透過率のモデル; $LAI = - \int_{-90}^{90} \ln(T(\theta)) \cos \theta \sin \theta T(\theta)$; 角度 θ の光の透過率

LAI-2000 では 5 つの光しか用いないため、 $LAI = 2 \sum_{i=1}^5 \ln(T(\theta_i)) \cos \theta_i w \theta_i$ $w(\theta)$; 重みづけ係数を用いて近似している。

LAI-2000 は群落内の直達光がより少なくなる曇りの日や晴天の日の朝や夕方などが測定に適している。本研究では、群落上部を 2 回、群落内部を 4 回測定することによって各プロットの LAI を算出した。また、プロットの大きさや測定者の影響を少なくするために 90° の view-cap をつけて測定した (第 2 図)。



第 1 図. LI-COR LAI-2000 のセンサー部



第 2 図. LI-COR LAI-2000 の測定状況

測定精度の検証

栽培概要

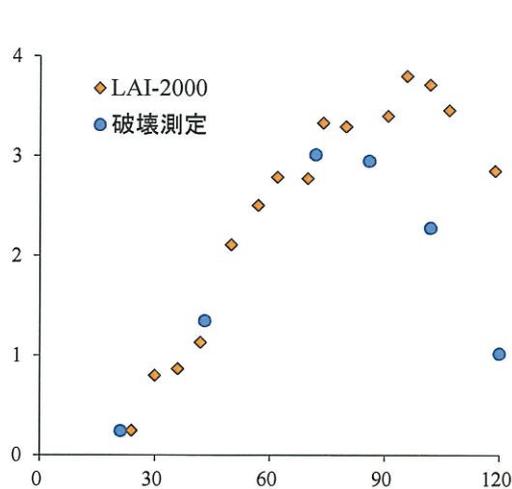
2010、2011年に小倉圃場と京大圃場において、6品種を用いた栽培試験を行った。小倉圃場は、2003年から8年間無施肥無農薬で栽培している小倉区と、1951年から無施肥無農薬で栽培していた水田（滋賀県栗東市；栗東水田）の土の表層15cmを2006年に客土しその後も栽培を続け、無施肥無農薬栽培を通算60年間継続している栗東区で構成される。京大圃場には、施肥を行わなかった無施肥区、基肥 $N:P_2O_5:K_2O=5:5:5$ [g/m²]を施用した少肥区、基肥と追肥をそれぞれ $N:P_2O_5:K_2O=5:5:5$ [g/m²]ずつ施用した標準区の3区を設けた。小倉圃場、京大圃場ともに条間30cm、株間15cmの22.2株/m²の栽植密度で、1株1本で手植えた。試験区は3反復乱塊法で配置した。

供試品種として用いたベニアサヒ（水稲ジャポニカ）は栗東水田の無施肥無農薬栽培で自家採種により継代された品種で、無施肥無農薬条件に適していると考えられる。日本晴（水稲ジャポニカ）とKasalath（水陸稲インディカ）はジャポニカとインディカの標準品種として加えた。さらに、米粉や飼料米などの新規需要米の一つであるタカナリ（多収性水稲インディカ）、節水栽培用にインドネシアで育成されたB6144F-MR-6-0-0（B6144F）（多収性水陸稲インディカ）、小倉圃場での乾物生産性に優れていたBei Khe（水稲インディカ）を加えた計6品種で試験を行った。

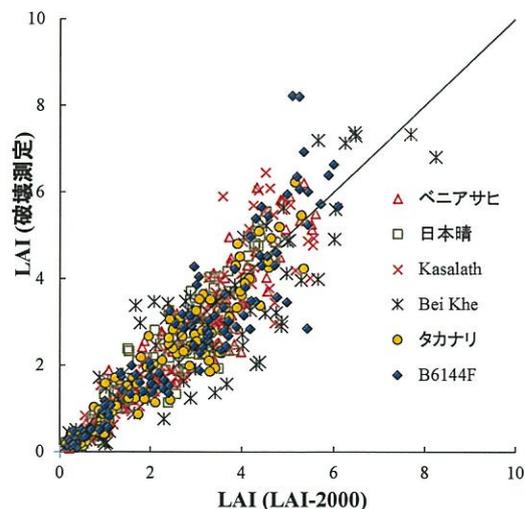
測定項目

2010、2011年度に各プロットにおいてプラントキャノピーアナライザー（LAI-2000、LI-COR）を用いて、移植3週間後から成熟期まで1週間に1回の頻度で測定をおこなった。また、移植3週間後、移植6週間後、移植9週間後（Bei Kheのみ）、出穂2週間前、出穂期、出穂2週間後、成熟期に各プロットから平均的な4株を刈り取り、自動葉面積計（LI-1700）により測定した。

結果



第3図. 生育期間中のLAIの推移（破壊的測定とプラントキャノピーアナライザーを利用した非破壊的測定）



第4図. 出穂期までの破壊的測定によるLAIとLAI-2000によって測定されたLAIの関係

移植3週間後、移植6週間後、移植9週間後（Bei Kheのみ）、出穂2週間前、出穂期、出穂2週間後、成熟期のLAIの実測値とLAI-2000の測定値を比較したところ、出穂期までの測定誤差は28.2%と比較的大きい値を示したが、生育時期によらずほぼ一定の値を示し、LAIの推移をよく表

しているとみなされた（第3図）。一方で、出穂期以降の測定値は測定誤差が非常に大きく、過大評価する傾向にあった（第3図）。出穂期までの LAI の実測値に対して LAI-2000 の測定値の、決定係数 (R^2) は 0.87 であり、傾きは 1 と、切片は 0 と有意に異ならなかった（第4図）。従って、プラントキャノピーアナライザーは多少の誤差が見込まれるものの、出穂期までであれば、経時的に測定をおこなうことによって LAI 動態の特性を評価できるのではないかと考えられた。誤差には品種や時期などによる系統間誤差が生じていなかったため、複数回の測定もしくは成長曲線での近似により、誤差を小さくすることが可能であると考えられる。

LAI 動態の解析

解析方法

LAI 動態に関する品種・環境特性を数値化するために、次の 3 式を用いて移植 3 週間後から出穂期まで 1 週間に 1 回の頻度で測定した LAI-2000 の測定値を 10°C を基準とした有効積算温度を x 軸とする温度関数で近似した。

初期（移植時から移植 6 週間後）の LAI 動態は指数関数によって近似した（第5図）。

$$\text{LAI} = a e^{\alpha T} \quad (1)$$

(a は初期値を示す回帰係数で、 α は相対成長率を示す回帰係数、T は 10°C を基準とした有効積算温度を示している。)

中期（移植 4 週間後から出穂 1 週間前）の LAI 動態は直線によって近似した。

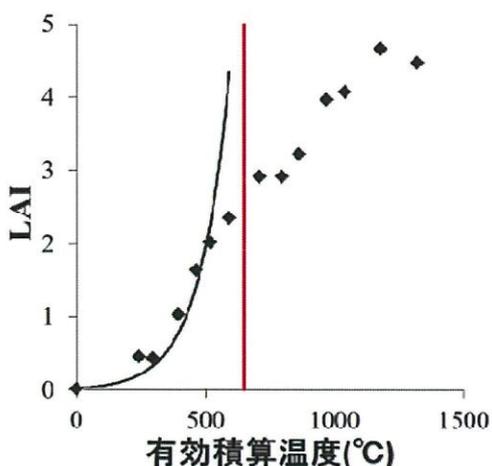
$$\text{LAI} = A T + B \quad (2)$$

(A、B は回帰係数で、A は LAI 増加率を示す。)

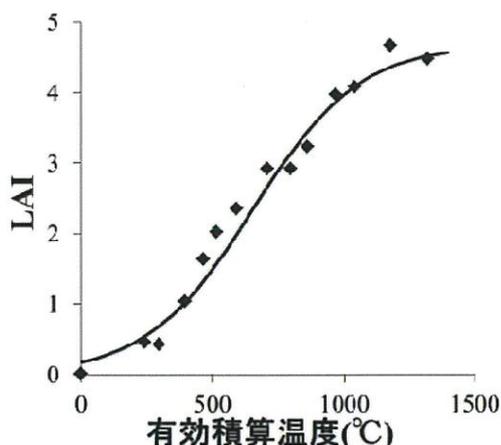
移植時から出穂期までの LAI 動態を $y = \text{LAI}_{\max}$ を漸近線とするロジスティック関数によって近似した（第6図）。

$$\text{LAI} = \text{LAI}_{\max} / (1 + b e^{-\beta T}) \quad (3)$$

LAI_{\max} 、b、 β は回帰係数で、 LAI_{\max} は最大 LAI、 $(\text{LAI}_{\max} \beta / 4)$ は LAI 最大増加率を示す。



第5図. 移植 6 週間後までの LAI-2000 の測定値の指数関数による近似（縦線は移植 6 週間後を示す）



第6図. 出穂期までの LAI-2000 の測定値のロジスティック曲線による近似

解析結果

本研究では、成長曲線による近似をおこなうことで、イネの生育初期のLAIの相対成長率 (α)、中期のLAI増加率 (A)、(近似曲線によって得られる) 最大LAI (LAI_{max})、LAI最大増加率 ($LAI_{max} \beta / 4$) を数値化することができた(表)。数値化することによって、品種特性や環境特性を量的に評価することが可能となる。例えば、ベニアサヒは日本晴と比較すると、初期の成長速度は大きい、中期の成長速度が小さいことがわかった。また、栗東土壌区は時期にかかわらず成長速度が小さく、これに対して小倉土壌区は京都の無施肥区と比較すると、初期の成長速度は小さいものの中期の成長速度は大きいことがわかった。

今後は2010年, 2011年度に報告した土壌溶液による土壌養分動態評価との組み合わせや、イネの生育・収量シミュレーションモデルとの組み合わせによる解析を行っていく予定である。

表. 推定されたパラメータの品種または処理による違い

	α (10^{-3})	A (10^{-3})	LAI_{max}	$LAI_{max} \beta / 4$ (10^{-3})
品種				
ベニアサヒ	8.75bc	3.11c	3.63bc	5.33c
日本晴	8.34d	3.60b	3.58bc	4.97c
Kasalath	9.28a	4.88a	3.69bc	7.98a
Bei Khe	8.95b	3.20c	4.21a	5.39c
タカナリ	8.85bc	3.84b	3.38c	5.58c
B6144F	8.58cd	3.65b	4.02ab	6.39b
処理				
小倉土壌区	8.31b	4.01b	3.52c	5.37b
栗東土壌区	7.43c	2.38d	2.43d	3.19d
無施肥区	8.45b	3.58c	3.61c	4.52c
標準施肥区	9.90a	4.78a	4.97a	8.12a
少施肥区	9.86a	3.82bc	4.26b	8.52a

栽植密度および移植時期の違いが無施肥無農薬栽培水稻の収量および生育に及ぼす影響

(2012年度無施肥無農薬栽培における水稻栽培比較実験)

報告者 家田善太・栗田光雄 (NPO 無肥研)・白岩立彦 (京大院農)

1. 実験意図・経緯

宇治市小倉に2003年より無施肥無農薬栽培を継続している水田がある。その一部(R水田 10a)に、滋賀県栗東市にて1951年より無施肥無農薬栽培を継続していた水田の表土を2006年に移設し、従来どおり栽培している区(O水田 25a)とともに水稻を栽培している(2008年度報告参照)。

移設して以来、R水田の水稻収量は、栗東で栽培していた時や隣接するO水田と比べて低収である。そこでR水田の低収の原因を究明し、無施肥無農薬栽培に適した栽培法を探求するために、この両水田の生育および収量を2007年より継続して調査している。

2007年から2011年までの調査の結果、どの年もO水田の収量がR水田より多く、収量の差異には穂数が大きく影響していた。

一方で2009年から2011年まで移植時期に半月の差を設けると、早植した方が晩植した稲よりも穂数では劣るが、一穂重が多くなり、収量も多くなった。これは早植区は茎数の増加が緩やかで、無効分蘖も少なくなっていたことから、吸収した養分を穂の形成に有効に供給できたためではないかと考えられた。

さらに2008年から2010年まで栽植密度を異にした実験では、収量に顕著な差は認められなかったが、疎植区では密植区に比べて茎数の増加が緩やかで、無効分蘖は少なく、生育期間を通してSPAD値が高かった。

これらの結果から、疎植して移植時期を早めることで、より多くの養分が幼穂形成に有効に利用され、穂重の増加につながり、増収をもたらすのではないかと考え、栽植密度と移植時期を異にした区を設けて実験した。

2. 実験方法

○水田とR水田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区(1区あたり2.0m×1.1m~2.1m)を設けた(図1)。

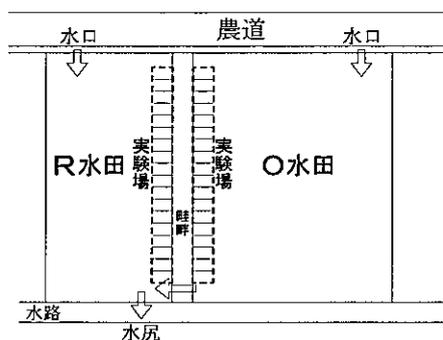


図1 栽培実験位置

実験区の概要を表1に示した。

a区~h区はポット育苗した苗を3本ずつ手植えし6条9株を1区とし、3反復した。x区は近隣農家の協力を得て、慣行栽培水田の収量の調査をした。

表1 実験区概要

区	品種	条間	株間	栽植密度	播種日	移植日
a	ベニアサヒ	33cm	12cm	25.3株/m ²	4月1日	5月19日
b	ベニアサヒ	33cm	18cm	16.8株/m ²	4月1日	5月19日
c	ベニアサヒ	33cm	24cm	12.6株/m ²	4月1日	5月19日
d	ベニアサヒ	33cm	12cm	25.3株/m ²	4月14日	6月2日
e	ベニアサヒ	33cm	18cm	16.8株/m ²	4月14日	6月2日
f	ベニアサヒ	33cm	24cm	12.6株/m ²	4月14日	6月2日
g	ヒノヒカリ	33cm	18cm	16.8株/m ²	4月14日	6月2日
h	秋の詩	33cm	18cm	16.8株/m ²	4月14日	6月2日
x	ヒノヒカリ	30cm	20cm	16.7株/m ²		(慣行栽培)

注) なおg区~h区およびX区は考察の対象からはずした。

生育調査

各区10株(2条×5株)の生育調査株を決めて、移植2週間後から収穫まで1~2週間間隔で草丈、1株莖数および代表葉のSPAD値を測定した。

収量・形質調査

生育調査した10株について、収穫時に主要形質を測定した。全ての茎ごとに稈長、穂長、穂重を、全ての株ごとに莖数、藁重、籾重、玄米重を、各区の代表株について株ごとに穎果数、稔実粒数および区ごとの玄米千粒重と玄米水分率を計測した。

3. 結果

移植時期を異にした場合、標準（標準の栽植密度 16.8 株/m²）・早植区は晩植区よりも穂数では劣るが、籾数が多くなり、収量が多くなった（表 2）。これは過去 3 年の実験結果と同様で、早植にした方が、収量は多くなっていた。

水田別に収量と収量構成要素などを比較すると、R 水田では、標準・早植区と疎植・早植区で茎数の増加が緩やかな傾向が見られた（図 2）。この 2 区は収量も多く（表 2）、その中でも有効茎歩合（表 3）の高い疎植・早植区が最も収量が多かった。

O 水田では、密植・早植区、標準・早植区、密植・早植区で茎数の増加に緩やかな傾向が見られ（図 3）、この 3 区の収量が他の区よりも多かった（表 2）。

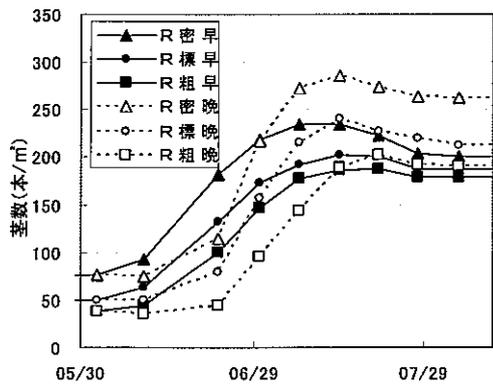


図2 茎数の推移(R水田)

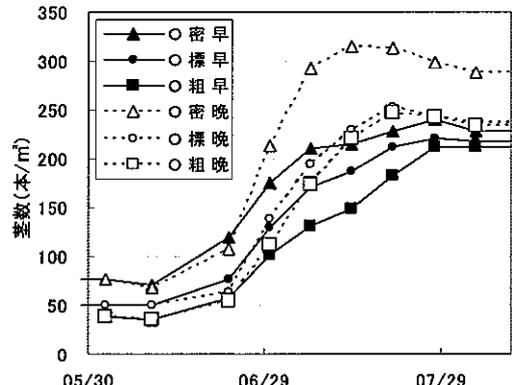


図3 茎数の推移(O水田)

表2 小倉水田における収量構成要素

	玄米重 g/m ²	栽植密度 株/m ²	穂数 本/株	1穂籾数 g/穂	登熟歩合	1000粒重 g/1000粒	全乾物重 g/m ²	収穫指数	平均稈長 cm	平均穂長 cm	平均一穂重 g/穂
O水田 密植 早植	467.8 a	25.3	8.4 gh	112.7 ab	0.98 a	23.1 a	1225.1 a	0.475 ab	84.6 abc	20.3 ab	2.76 abc
O水田 標準植 早植	475.3 a	16.8	11.8 cd	108.2 abc	0.98 a	22.8 a	1218.5 a	0.482 a	88.5 a	20.6 ab	2.98 ab
O水田 疎植 早植	469.7 a	12.6	15.4 b	117.0 a	0.96 a	22.7 a	1198.1 a	0.493 a	86.7 ab	20.8 a	3.05 a
O水田 密植 晩植	470.3 a	25.3	10.7 def	81.3 cdef	0.98 a	22.9 a	1241.1 a	0.471 ab	82.1 bcd	18.7 def	2.16 de
O水田 標準植 晩植	444.7 a	16.8	13.0 c	95.9 abcde	0.96 a	22.8 a	1140.5 ab	0.480 a	83.6 abc	19.7 bcd	2.52 bcd
O水田 疎植 晩植	439.5 ab	12.6	17.2 a	88.2 abcdef	0.98 a	22.7 a	1136.6 ab	0.475 ab	85.1 abc	19.6 bcde	2.51 bcd
R水田 密植 早植	330.0 c	0.0	7.0 h	72.5 ef	0.98 a	22.8 a	951.8 cd	0.439 b	80.6 cde	19.6 bcde	2.39 cd
R水田 標準植 早植	354.0 c	16.8	10.0 efg	92.4 abcde	0.97 a	22.9 a	969.9 cd	0.460 ab	82.0 bcd	20.1 abc	2.69 abc
R水田 疎植 早植	373.1 bc	12.6	13.1 c	106.0 abcde	0.97 a	22.9 a	1008.0 bc	0.464 ab	84.4 abc	20.3 ab	2.87 abc
R水田 密植 晩植	335.7 c	25.3	9.2 fg	60.4 f	0.95 a	23.0 a	955.8 cd	0.440 b	75.9 e	17.8 f	1.81 e
R水田 標準植 晩植	334.8 c	16.8	11.6 cde	77.8 def	0.98 a	23.0 a	918.1 cd	0.455 ab	77.9 de	18.6 ef	2.14 de
R水田 疎植 晩植	319.7 c	12.6	13.2 c	83.5 bcdef	0.97 a	22.9 a	865.4 d	0.461 ab	80.7 cde	19.3 cde	2.41 cd

数字のあとの同じアルファベットは、各項目についてチューキーの多重比較検定(5%水準)で有意な差がないことを示す。

表3 小倉水田における生育過程と分蘗

	最高莖数 (本/m ²)	有効莖数 (本/m ²)	有効莖歩合 (有効莖数/最高莖数)	莖数増加数の最大値 (増加莖数/日数)
○水田 密植 早植	239.9	213.0	0.89	7.9
○水田 標準植 早植	221.1	198.7	0.90	7.5
○水田 粗植 早植	212.1	194.0	0.91	6.3
○水田 密植 晩植	314.8	271.0	0.86	15.2
○水田 標準植 晩植	253.6	218.9	0.86	10.7
○水田 粗植 晩植	246.6	217.6	0.88	8.8
R水田 密植 早植	234.0	176.8	0.76	6.9
R水田 標準植 早植	201.5	168.4	0.84	5.9
R水田 粗植 早植	187.3	165.4	0.88	6.6
R水田 密植 晩植	285.3	231.5	0.81	14.7
R水田 標準植 晩植	240.7	195.9	0.81	11.0
R水田 粗植 晩植	202.0	167.5	0.83	7.2

また密植・晩植区では、R水田・○水田とも単位面積あたりの莖数が他の区と比べ多かった（図2，3）ものの、籾数は最も少なく、その結果○水田では収量が多かったが、R水田の収量は多くなかった。

4. 考察

・ 出穂期について

移植時期に2週間の差をつけても全ての区で出穂期は同一となった（表4）。

過去の実験結果からも同一品種では異なる移植時期でも、出穂期に差異はなかった。

表4 小倉水田における栽培記録

	移植	最高分蘗	出穂	収穫
○水田 密植 早植	5/19	7/28	8/28	10/8
○水田 標準植 早植	5/19	7/28	8/28	10/8
○水田 疎植 早植	5/19	7/28	8/28	10/8
○水田 密植 晩植	6/2	7/14	8/28	10/8
○水田 標準植 晩植	6/2	7/21	8/28	10/8
○水田 疎植 晩植	6/2	7/21	8/28	10/8
R水田 密植 早植	5/19	7/7	8/28	10/8
R水田 標準植 早植	5/19	7/14	8/28	10/8
R水田 疎植 早植	5/19	7/21	8/28	10/8
R水田 密植 晩植	6/2	7/14	8/28	10/8
R水田 標準植 晩植	6/2	7/14	8/28	10/8
R水田 疎植 晩植	6/2	7/21	8/28	10/8

・ 最高分蘗期の早晚について

R水田の方が○水田より最高分蘗期が早かった（表4）。これはR水田の方が○水田より吸収できる土壌養分が少なく、分蘗を継続できなかつたためではないかと考えられた。

またR水田では密植区が疎植区よりも最高分蘗期が早かったがこれも、密植区の方が分蘗に必要な養分を早く吸収したためと考えられた。

一方で○水田では早植区の方が晩植区より最高分蘗期が遅かった。これは早植した時期は気温、地温が低い（図4）ために、栄養成長初期には少しずつ養分を吸収していき、温度が高くなって土壌が養分供給を活発化しても、それま

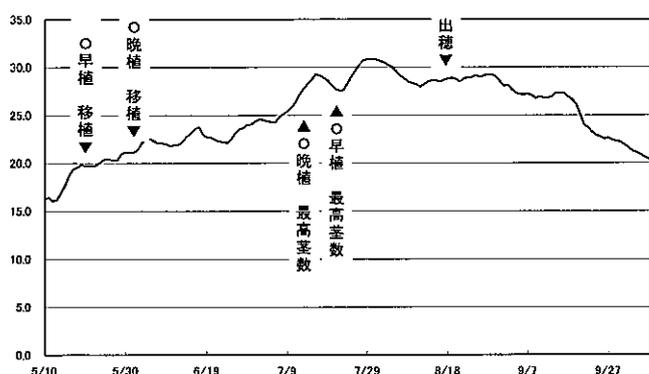


図4 京都市の日別平均気温

での期間に緩やかに土壌養分を吸収してしまっているの、土壌が供給できる養分量に限りがあるため、疎植区と比べて早植区ではその時期に稲が吸収できる養分が少なかったのではないかと考えられた。

・収量について

R水田の標準・早植区と疎植・早植区，O水田の早植区では茎数の増加が緩やかであり、穂数は少ないが籾数が多かった。このことは、分蘗期に吸収した養分は茎数を増加するだけでなく、穂の形成に必要な養分を確保して、生殖成長期が長くなり籾数が多くなったことに、つながったのではないかと考えられた。

1977年に栗東の長期無施肥水田で行われた実験（長谷川・竹内・奥村（1979））では、ベニアサヒの移植日は5月9日、出穂日は8月29日であり、本実験の早植区よりも更に1週間ほど移植が早かった。また、（奥村・竹内・長谷川（1979））が生育初期に根の生育が大きい個体が、生育中期以降に発現してくる地力栄養を、地上部の後期栄養源として有利に利用するものと思われると報じたように、無施肥栽培では生育後期まで根が活発に土壌養分を吸収するので移植時期を早めることが、水田において土壌と長期間接触し、土壌養分を長い期間吸収し、収量の増加につながる可能性が考えられた。

・水田の違いについて

1977年に行われた栽植密度を異にする無施肥無農薬栽培での試験（奥村・竹内・長谷川（1979））では密植区ほど籾数が多く、収量も多かった。それに反して、今回の実験ではR水田の早植区では、密植区ほど籾数が少なく収量も少なかった（表2）。この違いはR水田に移設した土壌が、栗東時代の本来の性能をまだ発現していないものとも考えられる。

5. 次年度の試み

- ・ベニアサヒ以外の品種でも栽植密度や移植時期を異にした区を設け比較する。
- ・ベニアサヒは更に早植の区（疎植）を設け比較する。
- ・他の圃場においても栽植密度や移植時期を異にした区を設けて、従来の栽培方法と比較する。

参考文献

- ・長谷川浩・竹内史郎・奥村俊勝 近畿大学農学部紀要, 12, 109～115 (1979)
- ・奥村俊勝・竹内史郎・長谷川浩 近畿大学農学部紀要, 12, 127～134 (1979)

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

現在本会が認証する無施肥無農薬栽培水田は全国 10 府県に点在し、その立地条件は様々である。そこで各水田における水稻の生育・収量を出来る限り調査し経年的に記録を残す努力をしている。しかし投入可能な労力に限度があり、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。ゆえに調査水田は比較的京都に近い水田に限られ、水田により調査方法や調査項目は異なっている。

2011 年は坪刈り法による収量調査を 5 カ所 7 水田で行い表 1 に示し、株刈り法による推定収量の算出および収量要素調査を 8 カ所の水田で行い表 2 に示した。また 8 カ所の水田では坪刈り法で得た過去 14 年間の収量の推移を表 3 に示し、主な水田 5 カ所の推移を図 1 に表した。株刈り法では 6 カ所の水田で得た過去 9 年間の収量の推移を表 4 に示した。

表1 2012年水稻収量調査(坪刈り法による)

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)	精糶重 (g/m ²)	精玄米重 (g/m ²)	推定玄米重 (kg/10a)	備考
無肥研	宇治市小倉	(1951)	61	ベニアサヒ	894	527	368	300	308.1	注1
無肥研	宇治市小倉	2003	61	ベニアサヒ	939	510	429	352	359.0	
上田修一	京都市山科区	1965	41	農林16号	633	307	327	270	275.1	注2
上田修一	京都市山科区	1965	61	ベニアサヒ	717	360	357	297	303.7	注2
無肥研	京都府亀岡市	1993	9	秋の詩	713	378	335	271	277.0	
無肥研	滋賀県野洲市	1989	24	もち	678	357	321	254	262.2	
丸山茂子	福井県越前市	1997	9	コシヒカリ	883	466	418	338	342.9	

注1 推定玄米重は水分15%で補正した値
2003年より無施肥栽培していた小倉水田(10a)の表層土約15cmをスキ取り、其処へ2006年12月に1951年より無施肥栽培を継続してきた栗東水田(10a)の表層土約15cmを客土(入れ土)した

注2 市街地にあり生育期間中、住宅の陰になることが多い

表2 2012年水稻収量要素調査(株刈り法による)

生産者	NPO無肥研	丸山茂子	黒瀬 修	中村孝太郎	牧野太平	坪田宗隆	木戸口利雄	中道唯幸
実施場所	野洲市	越前市	綾部市	大野市	福井市	滋賀県大中	東近江市	野洲市
実施開始年	1995	1997	1998	2003	2009	2000	2003	2007
自家採種年数	9	9	9	9	9	購入	9	5
稈長(cm)	55.8	67.4	52.8	67.7	55.1	68.0	58.7	62.6
穂長(cm)	16.1	18.6	15.6	17.7	16.9	18.5	15.4	19.2
1穂重(g)	1.7	2.3	1.4	2.2	1.6	2.6	1.7	2.6
1株穂数(n)	14.6	12.8	11.7	15.5	9.2	13.2	10.4	11.6
1株藁重(g)	18.6	30.0	11.6	28.5	13.4	23.7	15.5	23.7
1株穂重(g)	24.5	29.9	16.5	33.4	14.6	34.7	17.9	30.4
1株全重(g)	43.8	59.9	28.8	62.0	30.3	58.3	33.4	54.1
1株糶重(g)	23.5	28.9	15.9	32.2	14.1	33.5	17.4	29.4
1株玄米重(g)	18.4	22.6	12.1	25.6	10.6	26.8	13.8	23.3
推定玄米重 (kg/10a)	330.8	352.7	239.0	392.4	139.7	471.8	273.2	443.1
栽植密度 (株/m ²)	17.2	15.2	18.9	14.7	12.9	16.8	19.3	18.4

品種はすべてコシヒカリ
推定玄米重は水分15%で補正した値

表3 無施肥無農薬栽培水田推定玄米重(kg/10a)14年間の推移(坪刈り法による)

圃場	栗東	小倉R	小倉O	山科上田 I	山科上田 II	亀岡 I	野洲V	福井F
実施開始年	1951年	(1951年)	2003年	1965年	1965年	1993年	2003年	1997年
99年	408.1A			251.7B	190.4A	360.5A		382.0D
00年	453.8A			352.1B	320.5A	297.8A		402.0D
01年	454.2A			270.0B	260.8A	332.2A		転作
02年	417.6A			178.3B	177.3A	281.2A		407.4D
03年	332.4A		353.6C	349.2B	262.3A	294.0A	545.1D	331.5D
04年	442.9A		420.5C	304.4B	273.0A	394.1A	520.8E	415.6D
05年	390.5A		365.5C	344.6B	302.7A	315.2A	502.6E	転作
06年	356.2A		309.0C	282.9B	214.4A	223.4E	転作	463.5D
07年		333.6A	413.0A	316.3B	228.3A	280.3A	508.6E	417.8D
08年		271.0A	391.0A	275.2B	242.0A	384.3E	501.6E	424.8D
09年		318.5A	347.4A	260.0B	217.9A	270.8E	転作	転作
10年		215.5A	306.6A	203.8B	156.1A	283.5E	455.7D	432.5D
11年		303.7A	378.7A	274.7B	221.3A	272.8E	369.7D	382.1D
12年		308.1A	359.0A	275.1B	303.7A	277.0E	転作	342.9D

表中のアルファベットは品種を示す(Aベニアサヒ、B農林16号、Cヒノヒカリ、Dコシヒカリ、E秋の詩)
 小倉R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

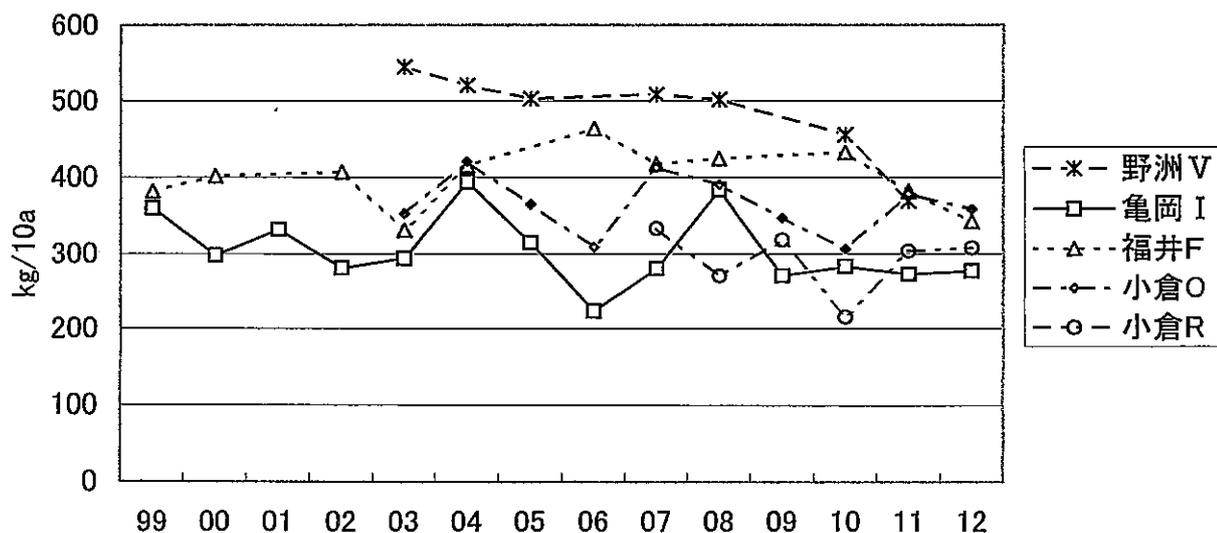


図1 無施肥無農薬栽培水田推定玄米重の推移(坪刈り法による)

表4 無施肥無農薬栽培水田推定玄米重(kg/10a)9年間の推移(株刈り法による)

生産者	中村孝太郎	牧野太平	坪田宗隆	木戸口利雄	中道唯幸	黒瀬 修
実施開始年	2003年	2009年	2000年	2003年	2007年	1998年
04年	352.4		514.9			
05年	265.6		418.3	376.1		344.8
06年	542.3		—	378.7		—
07年	421.8		—	337.6	326.4	272.2
08年	305.6		418.9	308.3	273.2	249.7
09年	406.1	394.0	411.1	408.9	291.3	284.8
10年	418.8	292.5	366.2	281.4	395.8	219.9
11年	403.2	229.1	338.7	295.6	453.9	294.8
12年	392.4	139.7	471.8	273.2	443.1	239.0

品種はすべてコシヒカリ

—は株間条間未測定のため推定できず

《結果》

無施肥無農薬栽培における水稻の収量は肥培管理を行わないため、立地条件や栽培期間中の天候と雑草の抑制程度によることが大きいと考えられる。2012年は坪刈り法の収量結果から2011年と比較して(表3)山科上田水田Ⅱ(ベニアサヒ)で約4割の増収が見られ、福井F(コシヒカリ)で1割の減収となった他は大きな差が見られなかった。株刈り法の収量結果(表4)では6カ所水田のうち福井牧野水田が実施4年目にして139.7kg/10aと極端な減収となり、また綾部の黒瀬水田で約2割の減収が見られた。牧野水田に関しては実施4年目にして過去の投入肥料分が抜けてきた状態と除草が十分出来なかった結果と思われる。また栽植密度が12.9株/m²と粗であったため、雑草の生える面積も広がった。今後はもう少し栽植密度を密にして有効茎数を確保することが望まれる。無施肥無農薬栽培水稻の収量に大きくかかわる要素の一つは有効茎数の確保である。すなわち分けつ時期の天候と水田雑草の抑制効果によってその収量は左右される。

2012年稲作期間中の天候については6月初旬平年より早く梅雨入りし6月の平均気温は平年より低く推移した。7月は平年より早く中旬に梅雨が明けた。その後は晴天が続き猛暑日となる日が多く現れ、平均気温は高かった。8月は中旬に集中豪雨があったものの晴天の日が続き平均気温は高かった。9月は中旬と下旬に台風の影響を受けたが気温は高めであった。

稲の生長はその時々々の天候に左右され後の収量に大きく関わる。無施肥無農薬栽培においてはそれがどの程度影響するものか、今後は天候と稲の生育と併せて調査を続けていきたい。