

NPO無施肥無農薬栽培調査研究会・平成17年度研究報告会

開催日時：平成18年3月12日（日） 13:30 ～

会 場：無施肥無農薬栽培調査研究会 レイメイホール

表題・報告者

1. 無施肥栽培イネに対するマメ科根粒菌接種の効果について …… 奥 村 俊 勝
2. 岐阜県高山市におけるトマトの無施肥無農薬栽培と豆殻施用栽培の調査… 水 谷 信 雄
ーとくに品種“瑞米”の収量および品質についてー
3. サトイモの無施肥栽培による収量及び含有成分 …… 田 尻 尚 士
- 4 無施肥無農薬田における雑草の発生と埋土種子について …… 芦 田 馨
5. 無施肥無農薬栽培米と野菜のミネラル分析と畑地土壌の微生物相分析…… 森 本 正 則
6. 長期無施肥栽培が緩傾斜地の桑園土壌に及ぼす影響 …… 栗 田 光 雄
7. （資料提出）：提供を受けた分析米の分析結果 …… 奥 村 俊 勝
 <資料1>平成17年度産無施肥無農薬栽培米の品質
 <資料2>NPO無肥研栗東水田の玄米収量の経年変動

無施肥栽培イネに対するマメ科根粒菌接種の効果について

1. はじめに

無施肥無農薬水田の有効態窒素の供給源は、土壤窒素が無機化したもの、灌漑水中に溶存しているもの、および土壤微生物や根圏微生物が空中窒素を固定したものが主なものである。

最近の研究において、土壤微生物の窒素固定力の作物生産に対する寄与が注目されている。マメ科作物における共生的窒素固定作用は、これの代表的事例である。近年、マメ科作物以外の根圏にも共生的固定菌が存在することが明らかとなり、その能力の活用を目指す研究が推し進められている。

本報告は、イネ作物にマメ科根粒菌を接種すると、イネ根圏の窒素固定活性が高まるのかどうかを調べたものである。ポット栽培実験に於いて、イネの栽培における化学肥料施用の有無および栽培土壌の水分状態（田んぼと畑）の違いと接種効果との関連性を調べた。

2. 実験方法と材料

a)栽培方法：1/5000a ワグネルポットへ加熱滅菌した畑地土壌を充填し、各ポットに種もみ5粒を直播し、5葉期に3株仕立てにして栽培した。

b)供試品種：水稲“日本晴”（常時人為に灌水する水田状態で栽培）

陸稲“戦捷”（自然降雨に依存し、乾燥時に人為的な補水を行う畑状態で栽培）

c)実験区設定：（水稲および陸稲ともに）

無施肥で根粒菌を接種する区（接種区）と根粒菌を接種しない区（無接種区）および施肥して根粒菌を接種する区（接種区）と根粒菌を接種しない区（無接種区）

の4区を設定した。なお、施肥する場合の総施肥化学肥料量はポット当たり、硫安は1.08g、過石は1.44g、塩加は0.40gとし、硫安と過石は約半量を追肥とした。

d)接種用マメ科根粒菌：市販の根粒菌粉衣用資材めぞう大豆用を用いた。これを催芽処理済み種もみ1粒に約 2.6×10^7 の根粒菌が着生するように接種した。

e)調査：収量と収量構成要素は定法で、個体全窒素含有量はセミマイクロケルダール法で、根のエチレン生成量（間接的な窒素固定量）はアセチレン還元法によりそれぞれ調査した。

3. 結果と考察

（水稲 日本晴の場合 灌水田状態の栽培）

施肥の有無にかかわらず、ポット当たり玄米収量は接種区の方で多くなった。しかし、施肥した場合は、接種の有無の区間差は有意でなかった。無施肥の場合に接種すると、収量構成要素の全てが無接種よりも高くなり、とくに1穂粒数が有意に多くなった（表1）。

1株当たり窒素含有量において、接種の有無にかかわらず、稲の各生育時期において、全般的に施肥区が無施肥区よりも多くなった。また、施肥の有無の両区ともに、接種区が無接種区よりも多なり、その区間差は施肥した場合に大きくなる傾向があった（図1、2）。

1株当たりエチレン生成量の時期的推移では、調査時期にかかわらず、無施肥の場合は接種区が無接種区よりもエチレンを多く生成し、窒素固定量が多いことが窺えた。しかし、施肥すると、出穂期に接種区が著しい生成をみせた。全体を通してみると、接種の有無にかかわらず、無施肥の場

合が、施肥した場合よりも生成量は多くなる傾向がみられた（図3. 4）。

（陸稲 戦捷の場合 畑状態の栽培）

無施肥栽培にすると、玄米収量やバイオマス生産量には接種の効果が見られないが、施肥すると接種区が無接種区より玄米収量が著しく多収となった。

収量構成要素においても無施肥栽培の場合、接種の有無の区間差が小さかった。一方、施肥栽培の場合には、接種区が無接種区よりも1穂粒数以外の構成要素で大きくなった（表2）。

1株の全窒素含有量は、時期的推移において、施肥の有無にかかわらず、生育盛期には接種効果は見られなかったが、生育終期において接種区がやや多くなった（図5. 6）。

1株当たりエチレン生成量の時期的推移では、無施肥の場合、全般的に接種区が無接種区よりもやや多くなったが、施肥した場合よりもその生成量は全体的に少なかった。施肥すると、出穂期には接種区が著しく多く生成した（図7. 8）。

以上の結果から考察すると、水稻及び陸稲の栽培において、化学肥料を施用した上でマメ科根粒菌を接種しても、その菌によって固定される有効態窒素量よりも施肥によって供給される有効態窒素量のはるかに多量となるため、このような条件では、接種した菌による固定窒素の作物体への効果発現が極めて見えにくくなる。つまり、施肥した場合の接種区の効果は、栽培品種にかかわらず、基本的には施肥窒素の利用によってもたらされた（例えば、施肥窒素のプライミング効果の発現）ものと考えられる。したがって、ここでは無施肥の場合について考察を進める。

水稻の場合、1株当たり窒素含有量は、接種区が無接種区よりも多くなった。この多くなった分の窒素は接種した菌による窒素固定からもたらされたものと考えてよいであろう。つまり、その差の原因について、生成されたエチレン量で見ると、生育期間中、接種区が無接種区よりも窒素固定活性が高く、とくに、出穂期においてその区間差が著しくなること挙げられる。また、窒素含有量は、最高分げつ期と出穂期の区間差が大きく、これが有効分げつ数と1株穂数の確保と1穂粒数の増加に貢献し、これらの要素に区間差が生じたものであろう。さらに、登熟期にも生成エチレン量が接種区で比較的多く、これが稔実歩合と玄米千粒重に寄与し、総合的に接種区の玄米収量を高めた原因と考えられる。

陸稲の場合、水稻と同様な視点から考察すると、1株当たりのエチレン生成量は、接種の有無での区間差がどの時期においても著しく小さく、その結果、出穂期の窒素含有量はほぼ同量であって、そのことが玄米収量と収量構成要素の区間差を生じさせなかった原因と考えられる。

土壌微生物の活性は、土壌の水分含有量に大きく支配されると言われている。また、根粒菌の窒素固定力も土壌中の無機態窒素量に反比例的に抑制されることが多いことも知られている。したがって、水稻栽培では、接種された根粒菌の活性がイネの生育期間中、永く維持されるのに対して、陸稲の場合には、生育期間中の土壌水分含有量がかなり変動し、とくに土壌が乾燥状態に置かれると、根粒菌の活性が著しく低下するものと考えられる。以上のことは、無施肥無農薬栽培での畑作物と田作物の生産性を比較する場合に強く考慮しなければならないことと思われる。つまり、水稻の無施肥栽培が比較的長期間行われた場合、土壌中の微生物相が安定して、水稻の生産力を高く維持する原因となっていることが示唆されるだろう。

(水稻日本晴の場合)

表1 水稻（日本晴）の収量と収量構成要素および葉収量

区	玄米収量 (g/pot)	1株穂数 (本)	1穂粒数 (粒)	稈実歩合 (%)	玄米千粒重 (g)	1株葉重 (g)
無施肥 接種	15.3	5.4	59.0	88.1	22.4	8.2
無接種	9.2	4.5	54.4	86.2	22.2	6.6
t 検定(a)	*	n. s	*	n. s	n. s	n. s
施肥 接種	20.2	5.8	71.9	86.4	22.8	10.1
無接種	18.2	5.8	67.6	84.3	22.3	9.5
t 検定(a)	n. s	n. s	*	n. s	*	n. s

(a); *は5%水準で有意差あり、n. s は有意差なし

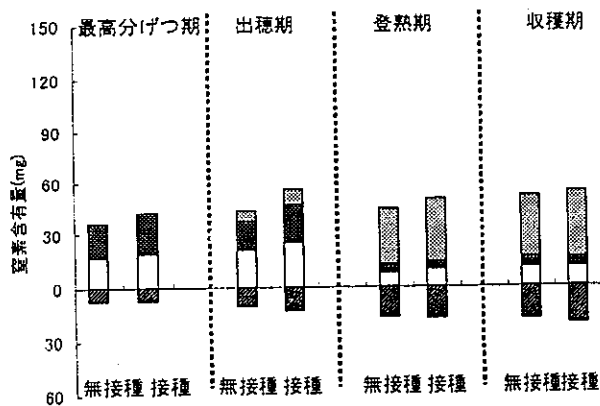


図1 無施肥の1株当たりの窒素含有量の時期的推移

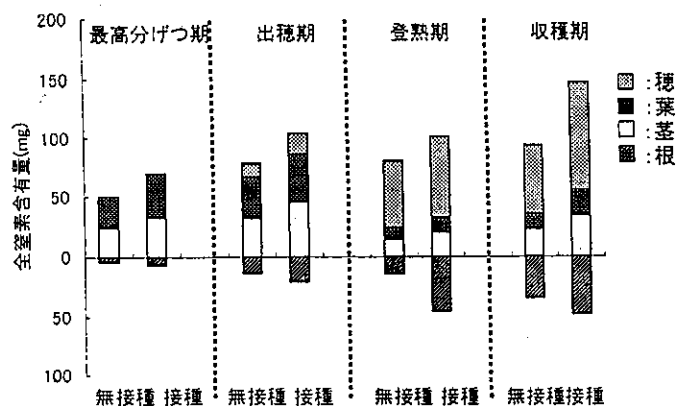


図2 施肥の1株当たりの全窒素含有量の時期的推移

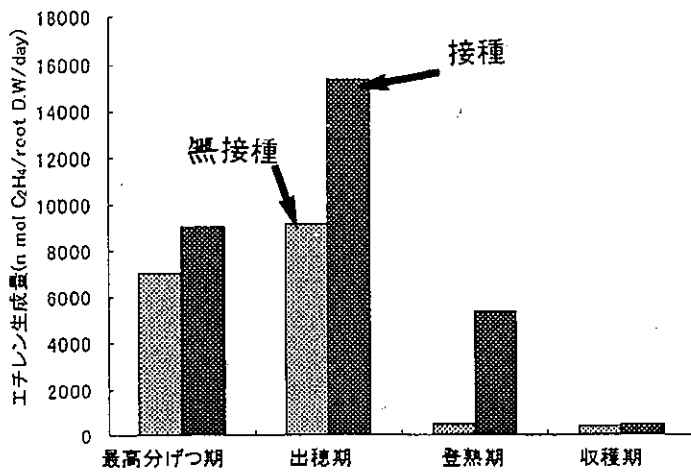


図3 無施肥の1株当たりのエチレン生成量の時期的推移

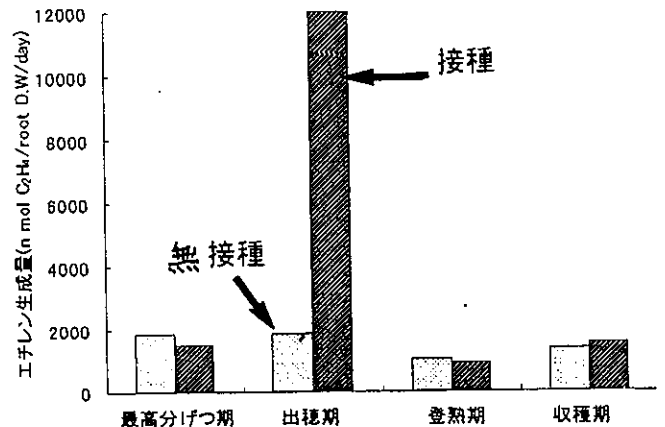


図4 施肥の1株当たりのエチレン生成量の時期的推移

(陸稲戦捷の場合)

表2 陸稲(戦捷)の収量と収量構成要素および薬収量

区	玄米収量 (g/pot)	1株穂数 (本)	1穂粒数 (粒)	稈実歩合 (%)	玄米千粒重 (g)	1株薬重 (g)
無施肥 接種	8.2	3.5	50.8	82.5	25.7	4.7
無施肥 無接種	8.0	3.9	44.3	81.3	25.4	4.7
t 検定(a)	n. s	n. s	*	n. s	*	n. s
施肥 接種	20.7	7.0	51.4	87.7	27.9	10.2
施肥 無接種	14.3	4.8	55.4	78.5	26.4	9.2
t 検定(a)	*	*	*	*	*	n. s

(a); *は5%水準で有意差あり、n. s は有意差なし

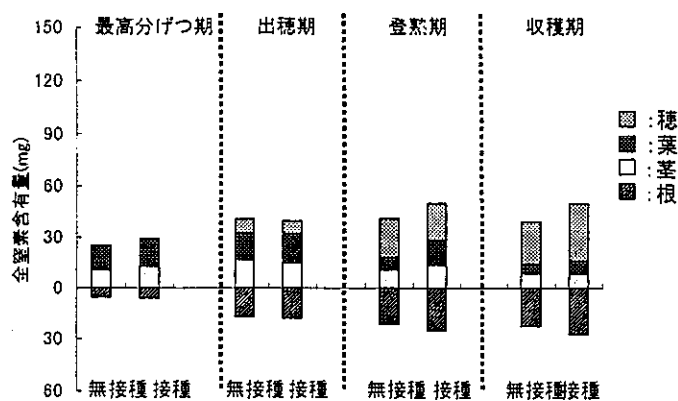


図5 無施肥の1株当たりの全窒素含有量の時期的推移

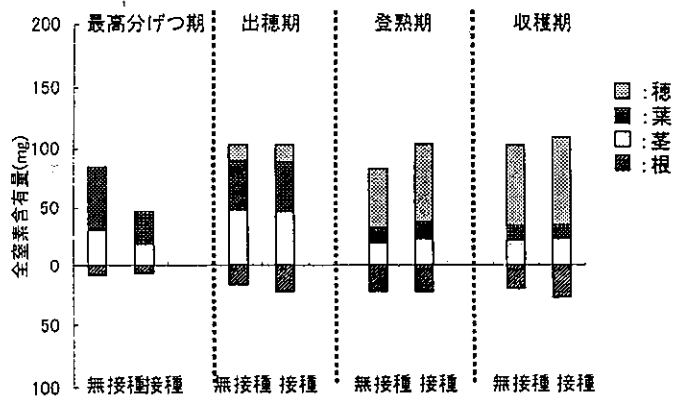


図6 施肥の1株当たりの全窒素含有量の時期的推移

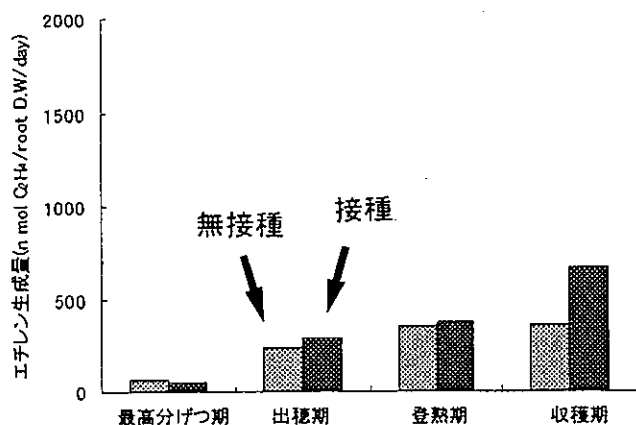


図7 無施肥の1株当たりのエチレン生成量の時期的推移

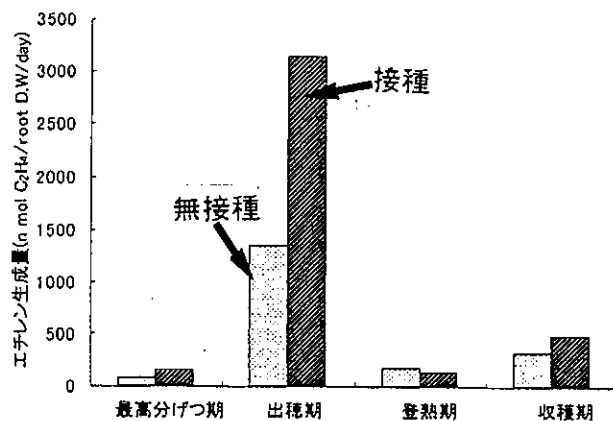


図8 施肥の1株当たりのエチレン生成量の時期的推移

岐阜県高山市におけるトマトの 無施肥無農薬栽培と豆殻施用栽培の調査

－ とくに品種“瑞栄”の収量および品質について －

報告者 水 谷 信 雄

1. はじめに

岐阜県高山地方は夏季の気候が比較的冷涼で、高温期の7,8,9月の月平均気温は23℃, 24℃, 21℃となっている(第1表)。そのため同地方では、6月から11月にわたってトマトの冷涼地栽培が行なわれ、関西での露地早熟栽培の収穫が終わった後の、出荷を目的とした作型が取り入れられている。

本報告は、2003年から高山市内で行なわれているトマト品種“瑞栄”の無施肥無農薬栽培と豆殻施用栽培の、収量と品質について調査し、とりまとめたものである。

第1表 高山市の月別平均気温(℃)と降水量(mm) (2005年)

月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気温	-2	-1	2	10	14	21	23	24	21	15	6	-2
降水量	95	110	168	49	70	168	218	232	108	100	66	189

2. 調査材料及び方法

調査は、トマトの無施肥無農薬栽培を始めて3年目の圃場および無農薬で豆殻施用栽培(2.5aの圃場に約150kgの豆殻を施用)を実践している二ヶ所の圃場で行なった。

両圃場の栽培面積およびトマトの栽植本数は、無施肥無農薬栽培圃場が約1.2a, 228本、豆殻施用圃場は約2.5a, 480本であった。

また、トマト“瑞栄”の、は種は両圃場とも2005年3月20日で、定植は無施肥無農薬栽培圃場では6月7日、豆殻施用栽培圃場では6月1日であった。

なお、無施肥無農薬栽培の調査では、比較的生育の揃った13株を選び、2005年8月から10月まで、豆殻施用栽培では15株を調査対象にして、7月から10月までの間、それらの生育状況や開花の状態、収量の調査などを行なった。

3. 調査結果及び考察

トマト“瑞栄”の収量結果は、第2表に示した。無施肥無農薬栽培では、13株の総収穫果実重量は18.29kg、収穫果実数は172果で、1株当たりの収穫果実重量は1.4kg、収穫果実数は13.2果であった。また、1果実の重量は平均106.6g、果径は5.9cmで平均糖度が4.6%であった。

一方、豆殻施用栽培では15株の総収穫果実重量は11.53kgであり、収穫果実数は166果であった。また、1株当たりの収穫果実重量は768.7g、収穫果実数は11.1果で、1果実重量は69.5g、果径は5.2cmであった。

次に、収穫した果実の収穫量を時期別にみると、第3表および第1図に示したように無施肥無農薬栽培では18.29kgの収量のうち、9月には65.9%が収穫され、とくに上旬と中旬で全体の58.1%が収穫されていた。また、10月には残り34.1%が収穫されたが、各旬間での収量差はみられなかった。次に、豆殻施用栽培では11.53kgの収量のうち、9月に収穫した収量の割合が、59.7%と6割り近くを占め、とくに上旬の収量が35.5%と最も多かった。また、10月には全体の40.3%の収量があったが、上旬の収量が最も少なく1.8%であった。

第2図に、9月中旬に収穫した無施肥無農薬栽培と豆殻施用栽培の果実を示した。これらの果実が、花房の何段目で多く収穫されるかを知るため、9月7日から10月25日の間、花房別に果実の収穫量を調べた。

その結果を第3図に示したが、無施肥無農薬栽培では、第3花房からの収穫が41果と最も多く、第2花房と第4花房の3段からの収量が、全収穫の62.2%を占めていた。

なお、豆殻施用栽培では、第4花房から収穫した果実が最も多く47果あり、第5花房、第6花房の3花房からの収穫が全量の69.9%を占めていた。

第4図には、花房別に収穫果実を並べ示したが、上位花房に着果した果実はあまり肥大せずに着色していった。

第5図に、8月下旬の無施肥無農薬栽培と豆殻施用栽培の、トマトの生育状態を示したが無施肥無農薬栽培では、草丈の平均値は191cm、葉数が29.9枚であったのに対して、豆殻施用栽培では、草丈は134.6cm、葉数が22.7枚と無施肥無農薬栽培より少なかった。また、11月上旬に抜き取り乾燥した根を、第6図に示したが、無施肥無農薬栽培でのトマトの根重は28.7g、豆殻施用栽培の根重は26.2gであった。

以上のように、本調査では無施肥無農薬栽培でのトマトの収量が、豆殻施用栽培の収穫量を上回ったが、調査を行った両圃場の土質が異なっていたための結果だと思われる。なお、無施肥無農薬栽培で1株当たりの平均収穫果実数13.2果、1果実重106.4g、収穫果実重1.4kgは、1.2aの面積で320kg程度の収量が推測出来る。

また、今回の調査では、第2花房から第4花房で収穫量が多いことから、この時期の

栽培管理や労力配分の参考になるのではなかろうか。

トマトは、植物体の生育に対する最適温度は昼温24～26℃，夜温18℃位である。

高山における夏季の平均気温が，24～25℃であることは，この時期のトマトの生育に最適であるが，低地や暖地よりも気温変化が激しいので，第1花房の果実が変形しやすい欠点もある。また，生育期の6月にはエキ病が発生しやすく，収穫初期にはイチヨウ病，中期以降にはコクハン病が発生しやすい。

2005年の栽培は，この3年間で最もトマトの生育が悪かったようだが，無施肥無農薬栽培も4～5年経過することで，少しずつ安定していくものと思われる。

第2表 トマトの収量と品質

無施肥無農薬栽培

総収穫量		1株平均		1果平均			
果実数	果実重	収穫果数	収穫果重	果重	果径	果高	糖度
172.0 ♫	18.29 kg	13.2 ♫	1406.9 g	106.6 g	5.9 cm	5.2 cm	4.6 %

(320.8) (注) ()内数字は、栽培面積1.2 aでの推定収穫量

豆殻施用栽培

総収穫量		1株平均		1果平均			
果実数	果実重	収穫果数	収穫果重	果重	果径	果高	糖度
166.0 ♫	11.53 kg	11.1 ♫	768.7 g	69.3 g	5.2 cm	4.6 cm	5.2 %

(368.9) (注) ()内数字は、栽培面積2.5 aでの推定収穫量

第3表 時期別にみた収量

無施肥無農薬栽培

収穫時期	果数	果重
9月上旬	41 ♫	5.58 kg
" 中旬	44	5.04
" 下旬	15	1.42

小計 100 ♫ 12.04 kg

収穫時期	果数	果重
10月上旬	21 ♫	2.29 kg
中旬	27	2.48
下旬	24	1.48

小計 72 ♫ 6.25 kg

合計 172 ♫ 18.29 kg

豆殻施用栽培

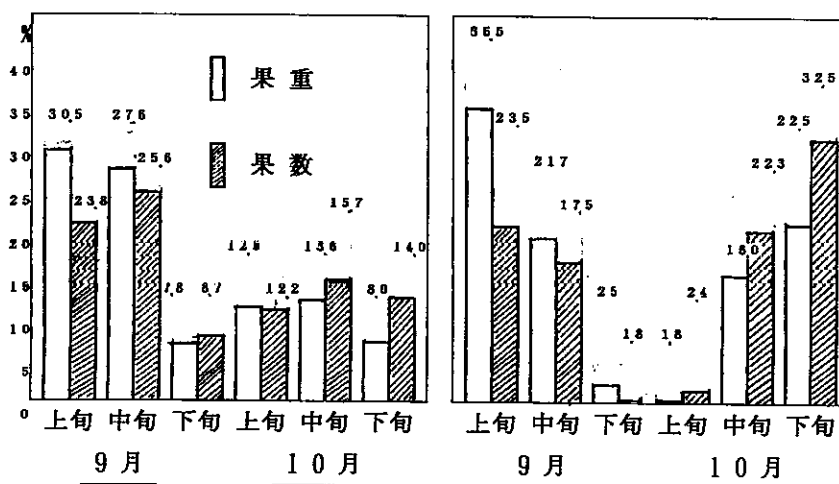
収穫時期	果数	果重
9月上旬	39 ♫	4.09 kg
" 中旬	29	2.50
" 下旬	3	0.29

小計 71 ♫ 6.88 kg

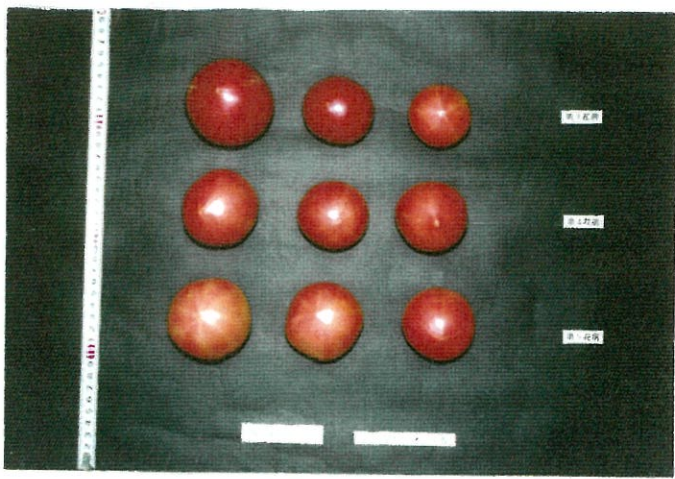
収穫時期	果数	果重
10月上旬	4 ♫	0.20 kg
中旬	37	1.85
下旬	54	2.60

小計 95 ♫ 4.60 kg

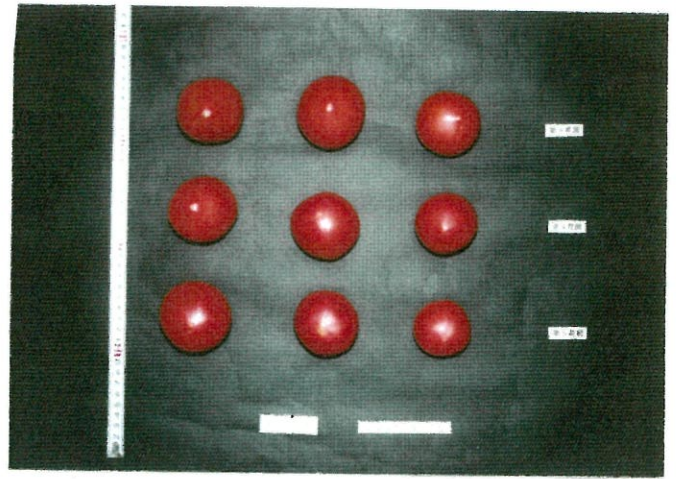
合計 166 ♫ 11.53 kg



第1図 旬間別収量割合

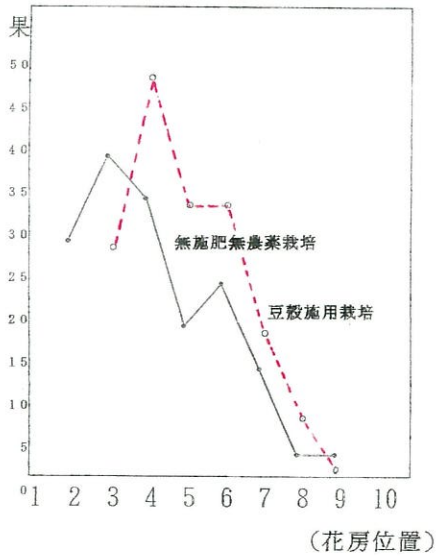


無施肥無農薬栽培

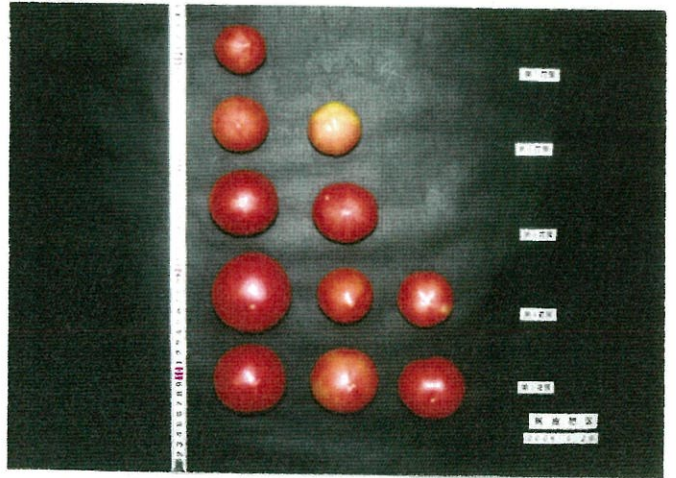


豆殻施用栽培

第2図 9月中旬の収穫果実



第3図 花房別収量



第4図 花房別の収穫果実



無施肥無農薬栽培



豆殻施用栽培

第5図 8月下旬の生育状況



無施肥無農薬栽培



豆殻施用栽培

第6図 抜き取り後の根群

サトイモの無施肥栽培による収量及び含有成分

(京都黎明教会委託研究)

近畿大学農学部食品栄養学科

管理栄養士専攻 田 尻 尚 士

近年、粘質成分を含有する食物が注目され、栽培法が簡単であることと合わせてサトイモの栽培・消費が増加傾向にあります。

本報はこれらの点に鑑み、無農薬・無施肥栽培と有機栽培（有機コンポスト）及び化学合成肥料等の施肥栽培下におけるサトイモ（子イモ）の生長と収量及び主要栄養成分の含有量を比較検討した。

実験材料と方法

1. 実験材料と栽培管理

1) 栽培用地

兵庫県加東郡東条町岡本殿垣 1269 番地（休耕水田=540m²）：1995/11~1997/2 月休耕水田、1997 年 3 月以降 3 等分下で無施肥栽培区・有機栽培区・化学合成肥料施肥栽培区に分離して営農規模栽培実験圃場として現在に至っている。

2005 年 4 月 2 日にトラクターで耕耘・畝立て（畝幅 120cm × 畝高 10cm：乾燥を防ぎ水分保持と土寄せを容易とするた）を行った。

2) 比較栽培区

1 栽培区 160m² とし、植え付け本数は 1120 (7000/10a) とした。

施肥量は反当たり窒素=22kg 磷酸=15kg 加里=20kg とした。

(a) 無農薬・無施肥栽培区（以下 N 区）

(b) 有機肥料施肥栽培区（以下 Y 区）：ゆうき百倍（サングリーン社製 = N : 2.5、P : 1.8、K : 1.0%）＝施肥量は 880kg/10a とし、耕耘時に元肥として 1/3 を撒肥機でトラクター撒布施肥して鋤込んだ。

(c) 化学合成肥料施肥栽培区（以下 C 区）：畑作合成（多木肥料社製 = N : 18、P : 20、K : 20%）＝施肥量は 120kg/10a とし、Y 区と同様の処理にて 1/3 を元肥とした

N 区以外の Y・C 区の施肥方法は、畝の中央部に幅約 20cm × 20cm 深さの溝をトラクターで掘り下げ撒布・埋め込んだ。

同時に酸性土壌を嫌うことより、消石灰を 100kg/10a を全面撒布した。

元来サトイモは連作を嫌うが病害虫に強く、無農薬栽培に耐え有機肥料栽培に適することが知られている。

3) 栽培品種と植え付け

(a) 芽出し（催芽）は 3 月 10 日に種芋が乾燥しないように時々散水しながら、保温のために黒色ポリフィルム（ポリマルチ）で覆い、ふっくらとした芽の傷んでいない 40~60g 前後の種芋を選び、7~8cm 覆土し、その上から保温の

ために籾殻で3~5cm覆って芽出しを行った。

- (b)栽培品種：唐芋（エビイモ）京芋-13〔国華園取扱〕：高温多湿を好み、夏の暑さに強いが、若干乾燥やしみに弱い傾向を示す。

初期の生育が遅いために前述の如く芽出だし処理後に植え付けを行った。

本種は親子兼用品種でズイキも食用可能な赤茎で、イモは滑り少なくほくほくタイプである。

- (c)植え付け：芽出し処理後 50~55 日後の 4 月 20 日に畝両側に幅 15cm × 深さ 10cm の植え付け溝を設け、45cm 間隔で植え付け、ポリマルチで覆い、完全活着して新葉の出現までの 3~4 週間覆った。

4) 栽培管理作業

土寄せと追肥及び除草：一連の管理作業は植え付けから収穫まで一連の作業として実施した。特に土寄せは入念に行い、同時には必ず芽欠き（ノコギリ鎌で切断・除去）を行って子イモの肥大生長を促した。

(1)回目の追肥：残部肥料各々 1/2 を 5 月下旬から梅雨明けに渡りイモ株と畝の周囲に C 区は化学肥料をばらまき軽く覆土し、Y 区は中央に深さ 10cm の溝を掘り施肥撒布後に土寄せ・覆土した。

(2)回目の追肥：残部全てを 7 月下旬により 3 等分し 20 日毎に 1 回目の追肥と同様に施肥処理し、土寄せ・覆土した。

なお、追肥・土寄せ時に除草処理を同時に行った。

根が深く・適当な水分が必要であることや吸肥力が強く、生育期間が長いことから肥切れを防ぎ適宜追肥に留意した。

5) 病虫害駆除

殆ど発生は認められず、僅かに Y 区でサトイモノアブラムシが認められ、一方、N 区ではネコブセンチュウが認められたのでその都度採取・圧殺及びその地にマリーゴールドをを植栽した。

6) 収穫と貯蔵

10 月 25 日 2 度の霜の降り後に収穫し、深さ 70cm × 直径 1.5m² の穴を掘り親株を付けたまま下向けに乾燥しないように籾殻と稲藁で覆い、更に覆土・貯蔵した。

結 果 と 考 察

1. 里芋の茎葉生長状況とイモの肥大生育

2005 年の栽培期中の天候は良好であり、特に夏期は猛暑で 7~8 月には 10 日に 1 度、乾燥を防ぐために灌漑用水を用いた。

全区ともに順調な生長を呈したが、施肥区間の生長差は明白であった。これらの生育状況の総合的な様相は Tab-1 に示した。

芽が生育するにつれ葉柄の基にある短い芽が肥大し親イモとなり、本葉 5~6 枚の展開から親イモの葉柄の基部から節毎に側芽が伸長・肥大し始め 1 個ずつ芽がではじめる。

この結果、親イモの茎葉が大きく、十分生長しないと小イモが着生・肥大せ

ず、収量及び栄養性が劣化することが認められた。

小イモや孫イモも親イモと同様に肥大スペースの確保と光の遮断が十分でないといと青イモが発現し小イモ肥大せず、小イモ及び孫イモ肥大期には土寄せを行い、あまり覆土が深すぎるとイモの長形化傾向が認められた。覆土が不足すると青イモとなり、中身の充実が悪く、えぐみが強く食味が劣化した。覆土は最初は5cm前後、2回目より10cm前後とした。

生育状況は、以下の如くに大別して4期に分類された。

- (1) 植え付けから 5~6 葉期（植え付け後 70~90 日）迄の生育初期。
- (2) 小イモ肥大開始期：地上部が伸長する茎葉成長期（植え付け 70~120 日）
- (3) 孫イモの肥大開始から充実期：植え付け後 100~150 日
- (4) 収穫期：植え付け後 150~180 日（2 度ぐらい霜に会い葉部が萎凋）

Tab-1 サトイモの施肥栽培法と茎葉及びイモ肥大の生育状況 (n=5)

栽培月と栽培区		6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
茎葉の太さ (cm)	N	2.12	5.63	11.31	16.44	16.05	15.06
	Y	3.53	8.03	12.54	17.45	17.52	17.21
	C	3.51	7.89	11.97	17.08	17.18	16.89
葉柄の長さ (cm)	N	25.21	40.12	83.11	130.56	130.13	129.17
	Y	27.56	45.55	86.76	135.66	135.23	130.04
	C	27.07	44.57	85.71	137.51	134.55	129.77
親イモの重量 (g/株)	N	—	210.5	478.7	480.7	497.8	487.8
	Y	—	270.7	510.6	512.2	523.5	520.4
	C	—	268.3	498.5	499.5	503.6	498.2
小イモの重量 (g/株)	N	—	—	788.9	1100.2	1210.5	1320.5
	Y	—	—	987.5	1345.4	1465.4	1460.2
	C	—	—	975.4	1307.6	1406.9	1400.1
孫イモの重量 (g/株)	N	—	—	451.6	1750.4	2145.8	1936.7
	Y	—	—	620.3	1975.7	2788.8	2205.4
	C	—	—	589.8	1905.5	2621.7	2167.7

Tab-1-2 小イモ及び孫イモの着生重量比率 (n=5 株)

イモ着生 部 位	施肥栽培区		
	N	Y	C
親イモ	13%	13%	12%
小イモ	35	35	34
孫イモ	53	53	53

*小イモ及び孫イモの着生生長肥大率は、3 区ともに差はなく、僅かに劣る傾向となった。

*茎葉の太さは広げた幅

*生育初期：5 月上旬~6 月中旬 イモ肥大・育生期：7 月中旬~10 月上旬
茎葉生育期：6 月中旬~7 月下旬 収穫期：10 月中旬~11 月上旬

<1> 生育初期：本葉 5~6 葉期

種芋は病害虫のない孫イモを使用し、頂芽の充実した物を選び水洗により附着した泥を落とし、45 ± 2 °C/60min 浸した後 5~6 分割 (30~40g) で前述の如くに発芽させた後に置床した。

＜2＞ 施肥：緩効性肥料の利用

サトイモの生育期間は5~7ヶ月に及ぶためこの期間中に肥切れや乾燥しないように留意することが重要。このことより有機肥料や緩効性肥料の利用が有効である。反当施肥量は前述の如くである。約1m²当たり堆肥：2kg、N:20g、P:15g、K:20gを目安とした。

肥料効率を良好とするために溝施肥とした一前述の如くの施肥溝を設けて処理した。

＜3＞ 栽培床：サトイモのちかぶは1m四方に広がり、地上部も1m以上となるためやや早めに収穫することを目安として2.5/1m²とした。

密植すると日当たりが悪く、イモの肥大が劣り地上部が徒長して倒れやすくなり、栽培管理の土寄せや除草・施肥が困難となる

＜4＞ 茎葉成長期＝小イモの肥大開始期

5~6枚葉が展開する小イモが肥大を始め、この期を第1回土寄せと除草及び追肥を行い、この期にマルチを除去した＝長期間マルチを放置すると土壌中の病虫害の発生源となる。

追肥は栽培床（ベッド）の肩と通路部分（歩手）に肥料を撒布し通路の土を肥料とともに株元に寄せた。

梅雨期及び梅雨明けから灌水を開始して生育を促した。サトイモは高温多湿を好むため、梅雨期から葉柄が大きく生育し、梅雨明け期より晴天が続くと乾燥しやすいために前述の如くに灌水して葉柄の生育に留意した。但し、水分過多となると葉柄が軟弱となりイモの生育が劣化する。

＜5＞ イモ肥大・充実期：孫イモの肥大充実期となる7月下旬~8月上旬には第2回目の土寄せ及び除草と追肥を行った。特に激暑のため乾燥防止を目的に敷藁を行った。

この生育期（生育後半期成句）以後は栄耀生長期となるため、窒素成分を控えめにしてイモの肥大を促した。

9月中旬以降頃よりやや地上部は小さくなり、葉は長形化して上向き状を呈したが、親イモは健全で株もと太く、小イモの芽はあまり永くなく良好であった。

株元を掘ってイモの大きさを確認し、小イモ数は5~6個/株＝1個50~60g程度となる収穫適期とした。

＜6＞ 収穫期：親イモの葉が3~4枚残り、小イモの葉が先に枯れ次いで親イモの葉が枯れる時期が最適である。親イモの葉が霜に1~2度会って枯れる時期が最良。

2. 里芋の栽培法と収量及び含有成分

孫イモの肥大生長を確認後に収穫し、地上部を約10cmで切断して掘り起こし、親イモに小イモ・孫イモを付けたままで土を落とさずにそのまま前述の如くの方法で貯蔵し、乾燥しないように覆土し更に籾殻と稲藁で覆った。

厳冬期は更にビニールシートで覆った。

掘り起こし時には特にイモへの傷が付かぬように留意し、傷ついたイモは腐

敗しやすいために除去した。

Tab-2 サトイモの施肥栽培法と収量及び含有成分

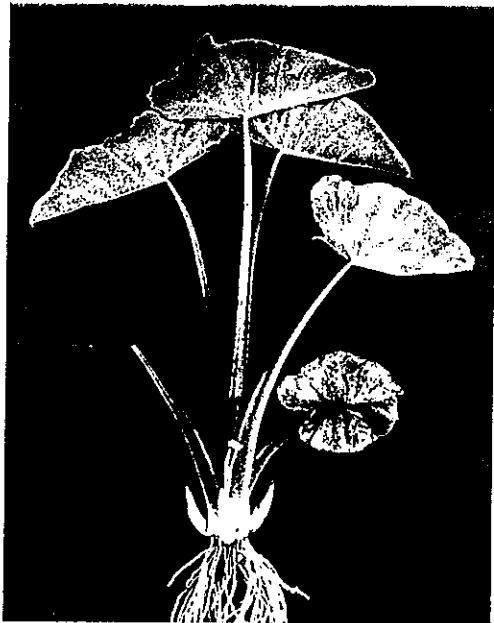
栽 区	水分 (%)	蛋白 (%)	炭水 (%)	ミネラル (mg)			ビタミン (mg)				収量 (g)
				K	Ca		A	E	B ₁	C	
N	84.1	1.5	12.9	637	11.6	0.6	5.4	0.6	0.07	6.0	3745
Y	85.2	1.8	14.5	675	12.2	0.7	6.1	0.8	0.10	7.3	4125
C	84.4	1.6	13.2	641	11.3	0.6	5.2	0.6	0.07	6.2	4066

(N 区 = 100% 比較 : Y 区 = + 10.2%、N 区 = + 8.6%)

ま と め

- 栽培初期は茎葉の成長を促し、小イモの肥大生長は茎葉の生長（茎の太さ葉の大きさ及び伸長・展開に依存する。
- 施肥は出来る限り肥切れの無き様に留意し、生育初期（7月中旬迄）は窒素切れに注意し、以後窒素を控えて小イモの肥大生長のために磷酸・加里を中心の追肥処理が重要
窒素過多となると葉柄が生長過多となり、株の根本に光が当たらず小イモの生長肥大が劣る。
- 土寄せ及び除草は出来る限り丁寧に行い、株根本の小イモに直接光が当たらず（青イモ予防）、小イモの芽を出来る限り早めに切断除去し、孫イモの着生と肥大を計る。
- 植え付け初期の地温・気温が低い時期はマルチ及び稲藁等で保温に心がけて生育を計り、同時に高温・多湿を好むため土壌の乾燥に留意し、夏期では排水の良い耕作田では7~10日に一度前後灌水が必要。
- 施肥による収量差は、有機肥料(Y)区が最多で無施肥(N)区に比して10%強多収となり、次いで化学合成肥料(C)区となり約8%強となった。
無施肥区では収量は劣るが、含有成分比較ではC区と殆ど差なく、一方、Y区は全般的に含有成分が他の2区に比して顕著に高く、とくにタンパク質、カリウム、ビタミンE、Cに富むことが認められた。
- 施肥の有無にかかわらず小イモ及び孫イモの着生率は差が無く、結果的に親イモの生長性も差のないことが認められた。

メ モ

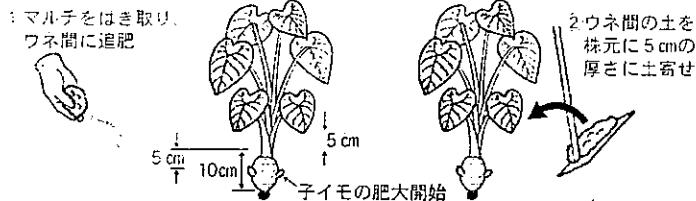


6葉期の子イモのつき始め。1回目の土寄せ適期

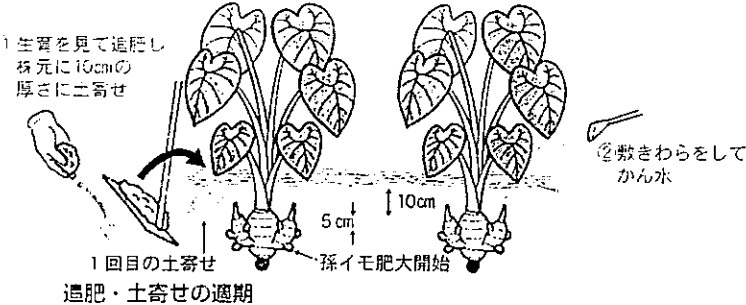


1回目の土寄せ前の良好な生育。葉が半月状に広がる

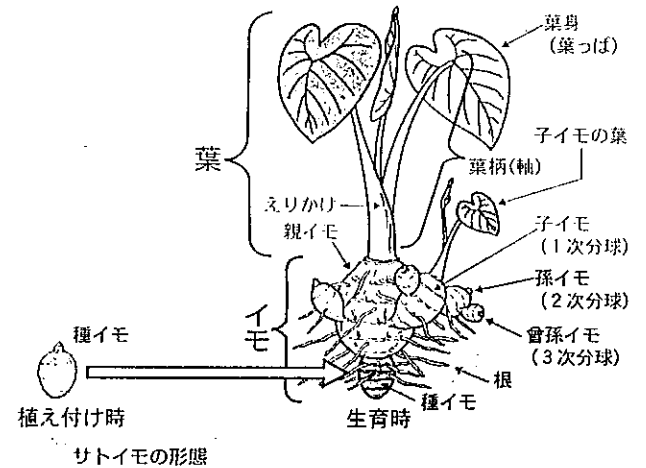
1回目の追肥・土寄せ 石川早生……6葉目が展開時
その他の品種（土垂、えくす、遅葉芋など）……4～5葉期



2回目の追肥・土寄せ 石川早生……1回目土寄せの2週間後
その他の品種……1回目土寄せの1カ月後

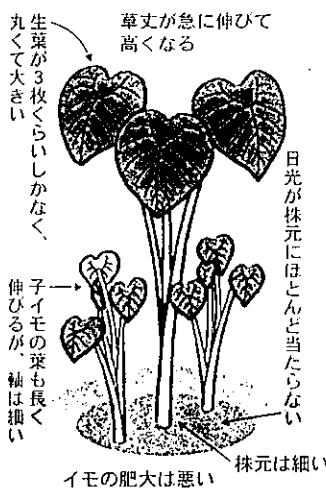


土寄せ1カ月後の生育（7月末の石川早生）



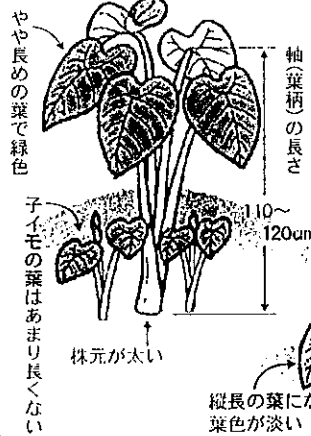
サトイモの形態

木杓ケタイプ（肥料過剰・多かん水）



理想タイプ

生葉が5枚前後ある



生育不良タイプ
（肥料不足・乾燥・病虫害）



旺盛タイプ（地力旺盛）

丸型の葉で濃緑色



2回目土寄せ時の生育診断（生育タイプ）

平成 18 年 3 月 12 日

無施肥無農薬田における雑草の発生と埋土種子について

報告者 芦 田 馨

本年度は、2001 年度から行なっている滋賀県栗東町と野洲市の無施肥無農薬田と慣行田の土壌からの、雑草の発生調査を行なった。さらに、その土壌からの埋土種子を検出し、雑草の発生量と埋土種子数の比較検討を行なった。また、栗東と野洲の現地における雑草の発生調査と稲の生育や玄米収量についても調査を行なった。

土壌の採集は、無施肥無農薬田と隣接する慣行田の水口(1)、水尻(2)、中央(5)、残りの 2 隅を(3)、(4)の 5 ヶ所から、2005 年 4 月 28 日に採集を行なった。採集方法は、移植ゴテで表面から約 5cm 位の土壌を採集し、その採集した土壌を約 1 週間ビニール温室内で風乾した後、約 0.5mm の穴のフルイを通して、石やワラくず、雑草の根などを取り除いた。

()内の数字は図・3,4,6,7 に対応。

1). 雑草の発生調査 各所の土壌 100g を 15cm×11cm(165cm²)のバツ

トに入れ、水道水を常に補充して湛水状態とした。本年度は、2005 年 6 月から 11 月までに発生した幼植物数を月毎、種類毎に測定した。

6 月から 11 月までの 6 ヶ月間に各水田の 5 ヶ所の土壌から発生した雑草本数の合計(図・1)は、栗東の無施肥無農薬田で 27.2 本/100g、慣行田で 69.8 本/100g が発生し、2.6 倍の差が見られた。これを昨年度までとほぼ同じ換算方法を行なうと、約 1,650 本/m²と 4,230 本/m²となった、2001 年から 2004 までの平均と比較すると、無施肥田で 1/6 少なくなり、慣行田でも 1/3 の減少となった。野洲においては、無施肥無農薬田で 41 本/100g(2,510 本/m²)、慣行田では、57 本/100g(3,670 本/m²)で、過去 4 年間の平均と比較すると大きな減少であった。この原因は、本年度の実験開始が 6 月からであったため、水田雑草の発生最適時期(5 月)を、過ぎたとも考えられた。また、過去 4 年間の設置場所と異なり、日影のところで実験したために、水温の低下も考えられた。しかし、傾向としては、本年度も栗東の無施肥無農薬田が最も少ない発生であった。また、野洲で今までの多くの年では、無施肥無農薬田に多く発生する傾向が見られたが、本年度は、慣行田が、約 40%の増となった。

各水田の 5 ヶ所から採集した土壌の、各所別発生本数を見ると(図・3,4 の左、図・6,7 の左)、栗東の無施肥無農薬田は、5 ヶ所とも少なく、さらに平

均した発生状態であった。他の3つの水田では、バラツキが見られ、特に慣行田でその傾向は大であった。

これら発生雑草で同定のできた種は、14種、その内、多年生雑草のホタルイ、マツバイ以外は、全て1年生または、越年生雑草であった。しかし、野洲の現地では、16種の発生が見られた。

2). 埋土種子数 埋土種子の検出には、水田の各所5ヶ所の土壌を、比重分離法によって検出した。簡単な手順は以下の通りである。土壌を2g試験管に入れ、50%炭酸カリウム溶液と混合し、攪拌機で攪拌する。その後、浮遊物をろ過、その溶液中の種子を検出し、数と植物種を調べた（写真）。

埋土種子数(図-2)は、栗東の無施肥無農薬田が最も少なく68個/100gであった。また、慣行区は、166個/100gと約2.4倍の差が見られた。野洲では、栗東と逆になり、慣行田が少なく128個/100g、無施肥無農薬田が268個/100gとなり、約2.1倍の差であった。

各水田の5ヶ所の埋土種子数(図-3, 4の右、図-6, 7の右)は、栗東の無施肥無農薬田は、各所とも、小さくバラツキも見られなかった。野洲の無施肥無農薬田では、特に多く(268個/100g)の埋土種子が検出された。水口や水尻などの場所による傾向を見ると、栗東の慣行田や野洲の無施肥無農薬田では、水口や水尻以外の水の滞りやすい所に、埋土種子が多く存在する傾向が見られた。

3). 雑草の発生と埋土種子の比較 栗東の無施肥無農薬田では、発生雑草数と埋土種子数が、他の水田よりもバラツキが少なく、最も少ない値であった。この事も、長期の無施肥無農薬栽培の効果であると考えられた。野洲の無施肥無農薬田では、発生雑草数と埋土種子数が6.5倍の差となり、他の3つ水田では約2.4倍であった。しかし、どの水田でも発生雑草数と埋土種子の間には、大きな差が見られた。この事は、土壌中の多くの埋土種子の生存期間が長く、休眠しているか、または検出した種子の生存については、目視によって判断したため、必ずしも休眠ではなく、死滅している種子も存在した可能性が考えられた。

発生本数と埋土種子の相関(図-5, 8)を見ると、栗東の無施肥無農薬田は、バラツキが少なく、どの場所でも同じくらいの、発生本数:埋土種子数であった。野洲の無施肥無農薬においては、水田の中央に埋土種子が多く検出されていた。野洲の慣行田では、高い有意な関係が見られた。栗東の慣行田で

も、有意な値は見られなかったが、高い数値が見られた。このことから、無施肥無農薬田内の、どの場所でもほぼ同じ、発生数、埋土種子数であるが、慣行田は場所によって、その数値が比例的に変化するようであった。これは、水田内を流れる灌漑水が、淀んだりしたためではないかと考えられた。

4). 無施肥無農薬田の現地における雑草調査と玄米収量 栗東と

野洲の無施肥無農薬田において、1m×1mの方形枠を設け、その中をさらに、50cm×50cmの4区を設定し、2区を20日間隔で除草、別の2区を40日間隔で除草、その周囲の完全除草の3区を設け、おのこの雑草数、乾重、水稻の生育を調査した。稲刈り後、枠内の稲と完全除草区の3株の提供を受け、収量測定を行なった。

栗東の水田は、全ての区において、雑草の発生がまったく見られなかった。また、稲の生育調査（草丈、主幹長、葉令、1株茎数、SPAD値）や収穫後の調査においても、全てに有意な差は見られなかった。まったく雑草の発生が見られなかった原因としては、長期の無施肥無農薬栽培で、雑草の手取りや田打車による徹底した除草が行なわれ、また除草された草やイナワラ等も一切、田へ戻さないという事により有機物が少なく、その為に土壌の粒子が微細になったと考えられた。その微粒子が灌漑によって常に浮遊している為に、発生した幼植物の表皮を覆い、光合成や呼吸を阻害して枯死、分解されたのではないかと考えられた。

野洲の無施肥無農薬田の雑草は、コナギ、キカシグサ、ホタルイ、アゼナ、ミゾハコベなどの16種が発生していた。

野洲の無施肥無農薬田の雑草発生と乾重の時期的推移（図9）を、20日と40日間隔除草を比較すると、明らかに40日間隔除草区が、発生本数と乾重の値が大であった。特に9月19日の値は、栽培期間中最も大となり、本数で33本の差、乾重で13.7gとなり、20日間隔除草区の6倍の値が見られた。

雑草防除の期間は、放置が長くなるほど、稲に対する害作用も大となると考えられた。しかし、今回の調査では、稲に対しては、栗東と同じく、生育期間中の測定データおよび収穫後の収量測定（図-10）においても、区間に有意な差は見られなかった。

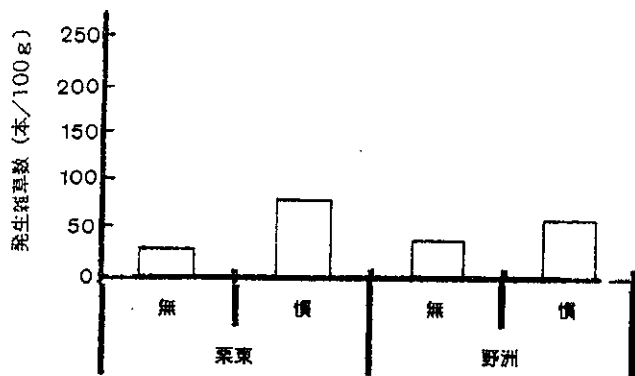


図-1 各水田の雑草発生本数(本/100g)
無：無施肥無農薬水田
慣：慣行水田

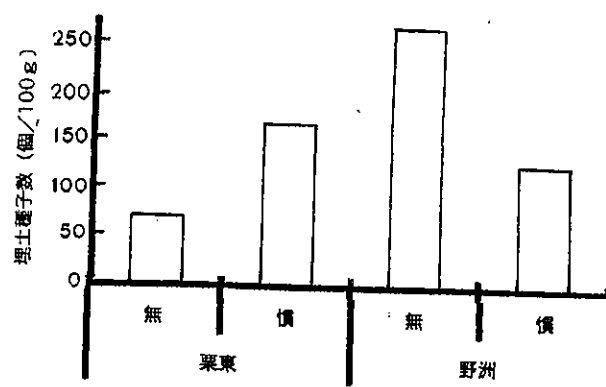


図-2 各水田の埋土種子数(個/100g)

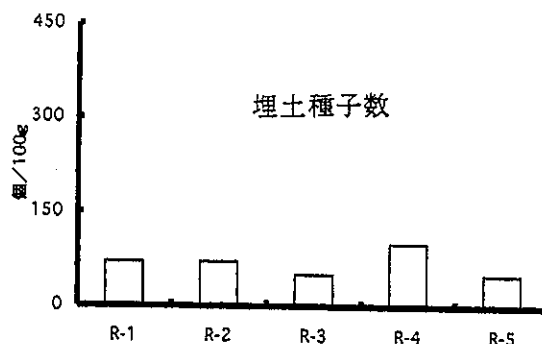
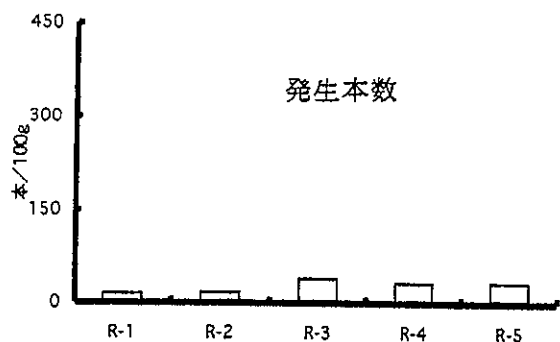


図-3 栗東無施肥無農薬田の採集場所別、雑草発生本数と埋土種子数

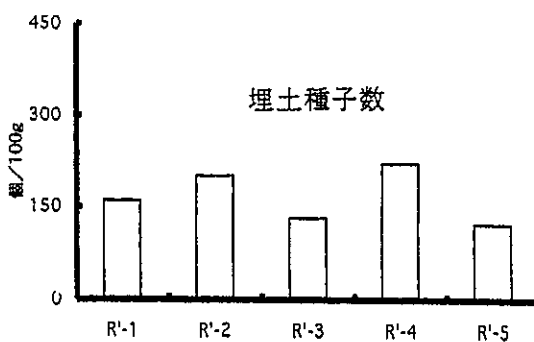
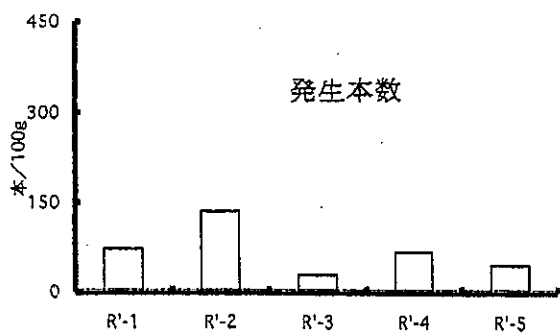


図-4 栗東慣行田の採集場所別、雑草発生本数と埋土種子数

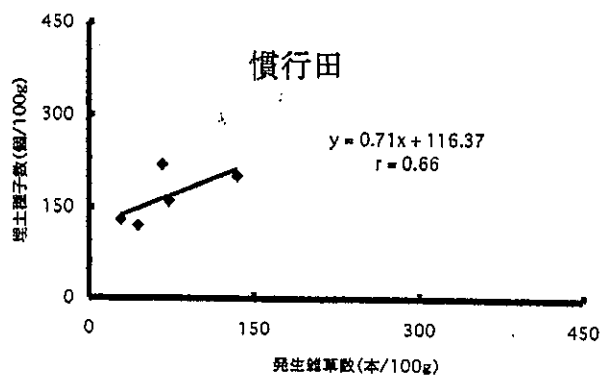
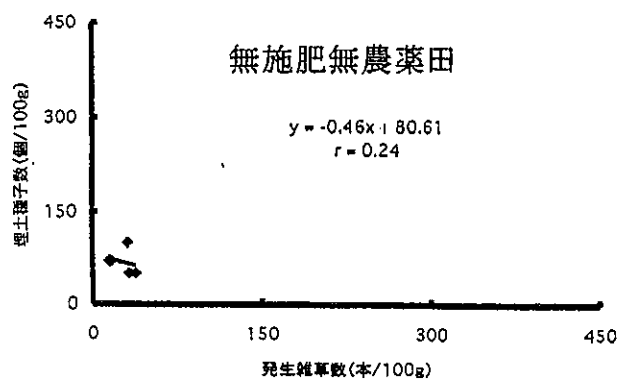


図-5 栗東無施肥無農薬田と慣行田の雑草発生本数と埋土種子数の相関

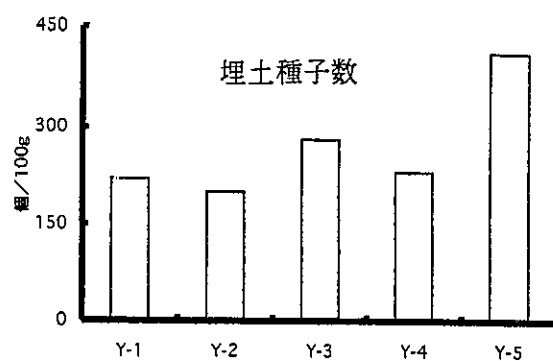
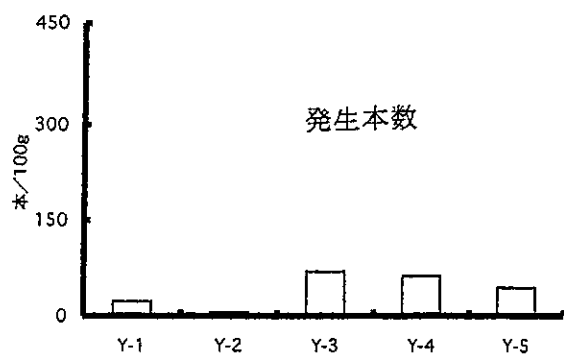


図-6 野洲無施肥無農薬田の採集場所別、雑草発生本数と埋土種子数

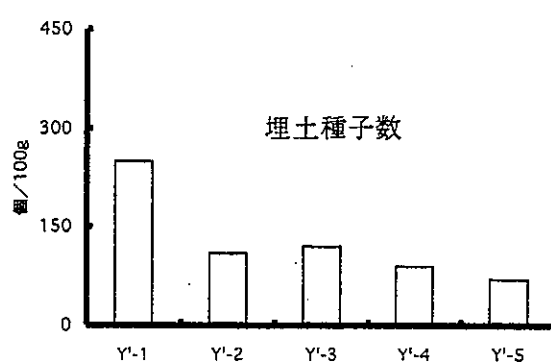
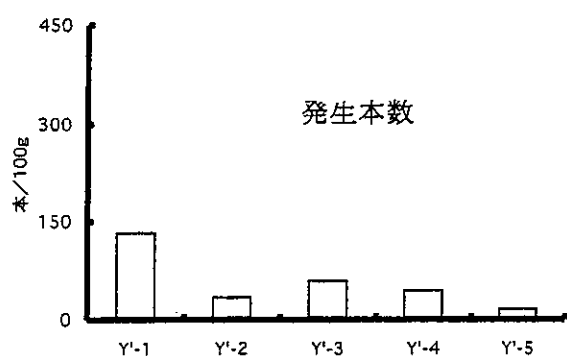


図-7 野洲慣行田の採集場所別、雑草発生本数と埋土種子数

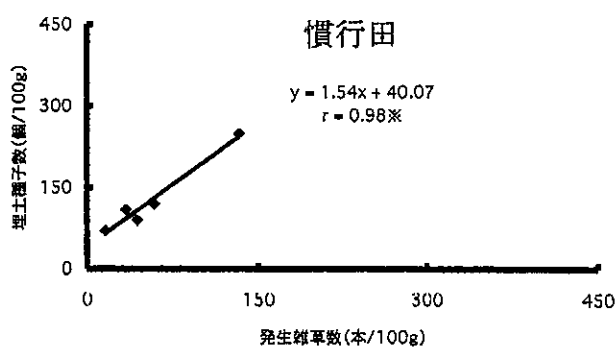
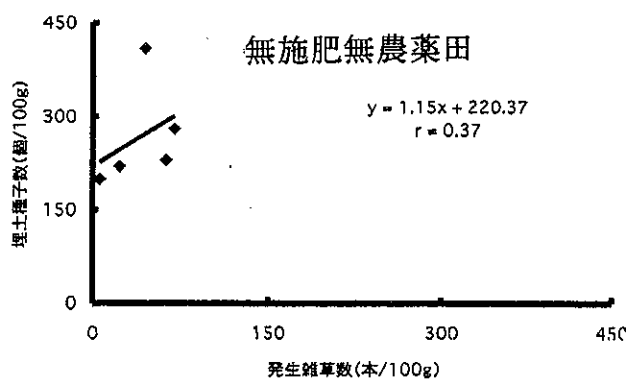


図-8 野洲無施肥無農薬田と慣行田の雑草発生本数と埋土種子数の相関

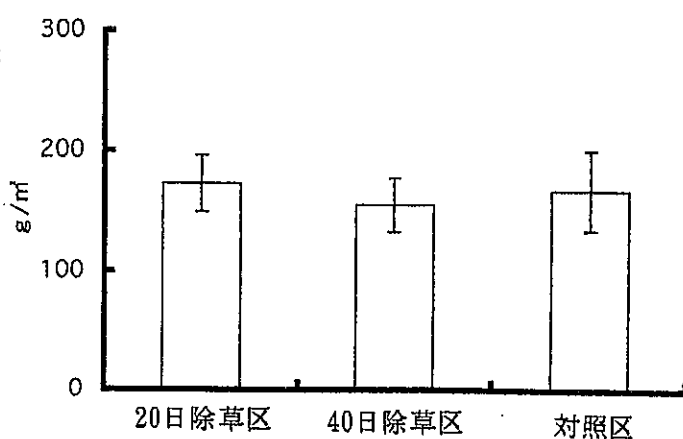
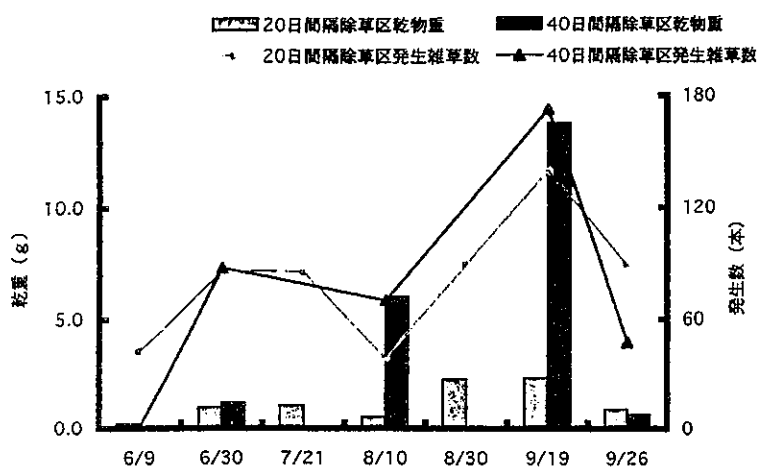


図-10 野洲田の除草頻度の差における玄米収量の変化(新羽二重)

図-9 野洲田の雑草発生数と乾重の時期的推移(50x50cm)

写真

埋土種子の写真



写真A ホタルイと思われる種子
(長径約 2mm)



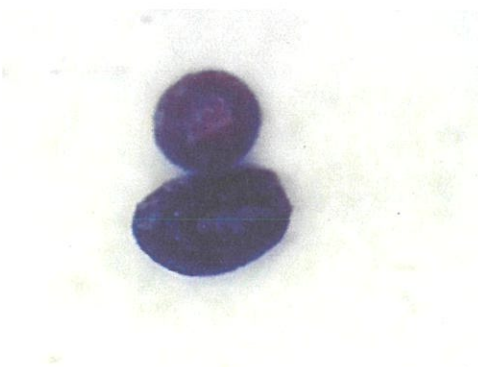
写真B カヤツリグサと思われる種子
(長径約 0.6mm)



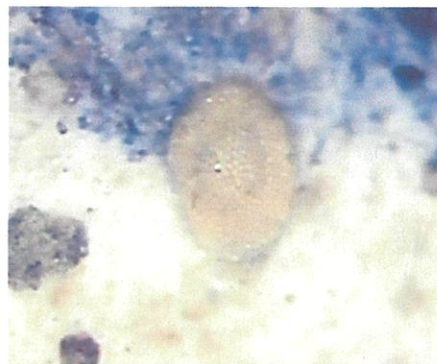
写真C コナギと思われる種子
(長径約 0.8mm)



写真D 中身のあった種子
(長径約 1mm)



写真E 不明種A (上)、不明種B (下)
(長径約 0.3mm) (長径約 0.4mm)



写真F 不明種C
(長径約 0.3mm)

無施肥無農薬栽培玄米および野菜のミネラル分析と 水田土壌分析・畑地の微生物相分析

近畿大学農学部 応用生命化学科生物制御化学研究室 森本正則

昨年度に引き続き、無施肥無農薬栽培ならびに慣行農法の玄米、無施肥無農薬栽培野菜類のミネラル分析を実施した。さらに本年では、試験的に土壌微生物相の簡易分析法を確立し、本法を用いて栽培土壌の微生物相を明らかにすることを目的とした。

[材料・方法]

土壌・ミネラル分析

水田土壌分析用サンプルは乾燥品を NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会より提供していただいた。まず供試土壌は、2 mm のふるいを通し 5 g を正確に秤量した後、蒸留水 25 ml にて 60 分の超音波抽出を行った。その後、抽出物は、定量ろ紙（5B）と集塵フィルター（エキクロディスク）によって固形物を除き、電気伝導度（EC）測定を行った。抽出物は同時にミネラル分析に用いる分析試料として、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を定量した。

農産物も同様に NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会より収集、乾燥品を提供いただいた。これらの植物リンプル（可食部）を正確に 3 g 秤量後、0.1 N 塩酸・超純水 30 ml を加え 27 度、135 rpm で振盪抽出を行った。抽出試料は定量ろ紙（5B）を用いて自然濾過し、土壌サンプルと同様の ICP 分析と可溶性固形物量（BRIX）測定に用いた。

ICP 分析時には全てのサンプルを 10 倍希釈し、定性・定量分析を行った。得られた分析データから慣行農法と自然農法の特色を表現するデータを抽出した。

畑地の微生物相（キノンプロファイル分析）

各液体培地に標準菌を懸濁後、25℃～37℃で 24～48 時間振盪培養し、600 nm における濁度測定後、6000 rpm、5 分間遠心分離を行い集菌した。その後、培地を捨てペレットを生理食塩水で洗浄し、6000 rpm、5 分の遠心分離で集菌した。上清を捨て、メタノール（3 ml）でピペッティングした後、ガラスバイアル瓶に移し、クロロホルム（6 ml）を加えバスソニケーターで 15 分間、脂

質を超音波抽出した。抽出物は、遠心エバポレーターで濃縮し、脱脂綿、フィルター（エキクロディスク・アクロ LC 13CR 0.45 μm ）の順にろ過し、固形物を取り除いた。得られた抽出物は、遠心エバポレーターで濃縮した。濃縮物は、ヘキサン（20ml）と1% CaCl_2 、10% NaCl aq.（10 ml）で分配し、ヘキサン相に脂質を抽出した。ヘキサン相は、ヘキサンでコンディショニングした Sep-Pak Plus Silica カートリッジを2本連結したものへ負荷した。その後、2本のカートリッジを個々に分離し、一方には、ジエチルエーテル：ヘキサン（2：98）の混合液でメナキノン、一方には、ジエチルエーテル：ヘキサン（10：90）の混合液でユビキノンをそれぞれ溶出した。各キノン画分は、遠心エバポレーターで濃縮し、メタノール：イソプロピルエーテル 9：2（200 μl ）に溶解し、5 μl を HPLC（Shimadzu LC10 A system）分析を実施した。分析条件は、カラム、逆相 ODS 系（Imtakt Cadenza CD-C18 径 4.6 mm $\times$ 100 mm）、移動相、メタノール：イソプロピルエーテル（9：2）、流速 1.0 ml/min、温度 40 $^{\circ}\text{C}$ を設定した。検出波長はメナキノン 270 nm、ユビキノン 275 nm の吸収波長を用いた。今回は無施肥無農薬栽培土壌、汚泥コンポスト、基本培養土の微生物相を分析した。供試土壌（20 g）は、クロロホルム：メタノール（2:1, v/v, 80 ml）を抽出溶媒としてバスソニケーターで15分間、脂質を超音波抽出した後、標準菌体からの標準キノン抽出時と同様の抽出方法によって各キノンの分離、定量を行った。また、Q-8 標準品を HPLC 分析した時の濃度とピーク面積を基に、サンプル 1kg に含まれるキノン量を定量した。また文献を参考に分析試料中の微生物相を推定した。

〔結果・考察〕

今回分析した水田土壌のサンプルは、いずれも EC 値が低かったが、表1に示すとおり、継続年数の短い実施田、対照田においてその数値の差が大きいに感じられた。これは施肥歴に起因すると考えられ、イネの生育期にはより顕著になると推測されることから、EC 値が無施肥栽培の簡易的なひとつの栽培指標となるのではないかと考えられた。

また、玄米中のミネラル量は表2に示す通りとなり、食味に関わる Mg/K 値は、大きいほど食味が向上すること知られている。ここでは継続年数よりも栽培品種に依存するところが大きく、コシヒカリなどは高値を示す傾向がある（表3）。しかし、今回の分析では、全ての試料で一般的な値（1~1.5）よりも高くデータの換算時の誤変換の疑いがある（表3に前年度のデータを示しているが、これは正常値に近似している）。

野菜の BRIX 値は、野菜の種類に依存し、栽培地による変動は小さかった（表 4）。今回、対照区のデータがないので、多くの議論は出来ない。最後に全てのサンプルについて、金属定性分析（亜鉛、銅、ヒ素、カドミウム、水銀）を実施したが、全体的に亜鉛は検出されたが、これは人体に有害ではなく、むしろ必要微量元素である。その他の有害金属は検出限界以下（0.1ppm 以下）であった。

畑地の微生物相（キノンプロファイル分析）

畑地の微生物分析は、微生物の呼吸鎖キノンを指標とする分析法（キノンプロファイル法）での、畑土の分析を試みた。標準菌体より抽出したキノンを基準として、3カ所の圃場の微生物相を推定した（図 1）。測定土壤のキノン総量は、有機栽培と比較すると低値を示し、病原微生物も含めて全体的に微生物が少ないことがうかがえる。これは微生物の餌となる有機物などが少ないことに起因するのではないかと考えられた。それでも、作物を土壤に植えることで、土壤微生物に植物から栄養分が供給され微生物相が変化することが知られている。今回の結果でも、同一生産者の土壤サンプルにおいても作物栽培歴によってその微生物相に差違が認められた。検出されたキノンを持つ微生物には植物生長促進活性菌も含まれるが、セルロース分解菌やタンパク質分解菌など土壤成分の植物の資化性に関わる菌種であった。植物病原菌の多くは糸状菌であり Q10 を呼吸鎖キノンとして持つが、今回若干 NPO 無肥研栽培土壤から Q10 が検出されたが上田氏栽培の圃場からは検出されなかった。今後、本手法を用いて土壤中の微生物特性を明らかにすることが望まれる。

表1 稲藁中のケイ素、カルシウム量の比較

水田番号	所在地	継続 年数	栽培品種	EC	糖度
				$\mu\text{S} / \text{cm}$	BRIX
1	滋賀県栗東市	55	ベニアサヒ	44	1.1
3	滋賀県野洲市	16	新羽二重モチ	36	
4	京都市山科区北花山	41	ベニアサヒ	23	1.1
5	京都市山科区北花山	41	農林 16 号	39	1.1
7	京都市山科区北花山	34	新羽二重モチ	27	
13-4	京都府綾部市志賀郷町	8	コシヒカリ	35	1.1
13-4 対		0	コシヒカリ	30	
15-3	滋賀県神崎郡能登川町	5	コシヒカリ	---	
15-3 対		0	コシヒカリ	40	
18	京都府亀岡市稗田野	13	ベニアサヒ	47	1.1
20-1	滋賀県神崎郡能登川町	5	コシヒカリ	41	1.1
21	滋賀県蒲生郡安土町	5	コシヒカリ	49	1.1
21 対		0	コシヒカリ	53	
22	滋賀県蒲生郡安土町	4	コシヒカリ	44	1.1
22 対		0	コシヒカリ	55	
24	滋賀県愛知郡秦荘町	3	コシヒカリ	26	
24 対		0	コシヒカリ	42	
25-4	福井県大野市下麻生嶋	3	コシヒカリ	48	1.1
25-4 対		0	コシヒカリ	45	
26-1	滋賀県野洲市	3	秋の詩	43	1.1
26-1 対		0	秋の詩	78	
26-3	滋賀県野洲市	3	コシヒカリ	78	1.2
26-3 対		0	コシヒカリ	120	
27	京都府宇治市小倉	3	ヒノヒカリ	46	1.1

表2 玄米中のミネラル量の比較 (2005 年度のデータ)

水田番号	所在地	継続年数	栽培品種	Mg	K	Ca	Mg/K	生産者
				mg / 100g			mEq 比	
1	滋賀県栗東町	55	ベニアサヒ	107.3	109.0	---	2.92	NPO 無肥研
3	滋賀県野洲市	16	新羽二重モチ	122.6	115.3	---	3.16	NPO 無肥研
4	京都市山科区北花山	41	ベニアサヒ	94.0	102.4	---	2.73	上田修一
5	京都市山科区北花山	41	農林 16 号	103.3	112.8	---	2.72	上田修一
13-4	京都府綾部市志賀郷町	8	コシヒカリ	104.4	90.0	---	3.45	黒瀬 修
18	京都府亀岡市稗田野	13	ベニアサヒ	92.8	100.0	---	2.76	NPO 無肥研
20-1	滋賀県神崎郡能登川町	5	コシヒカリ	115.9	91.4	---	3.77	福阪 洋
21	滋賀県蒲生郡安土町	5	コシヒカリ	91.2	75.7	---	3.58	坪田棟丞
22	滋賀県蒲生郡安土町	4	コシヒカリ	112.9	102.4	---	3.27	千貫武久
25-4	福井県大野市下麻生嶋	3	コシヒカリ	94.7	85.7	---	3.28	中村孝太郎
26-1	滋賀県野洲市	3	秋の詩	102.8	78.7	---	3.88	NPO 無肥研
26-3	滋賀県野洲市	3	コシヒカリ	135.8	102.1	---	3.95	NPO 無肥研
27	京都府宇治市小倉	3	ヒノヒカリ	112.0	95.3	---	3.49	NPO 無肥研

Mg: マグネシウム、K: カリウム、Ca: カルシウム、Mg/K (mEq): マグネシウム量をカリウム量で割った値 (価数を加味)

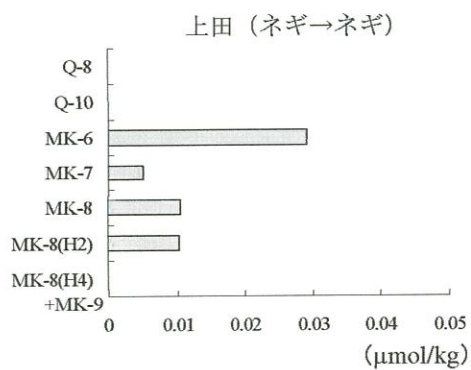
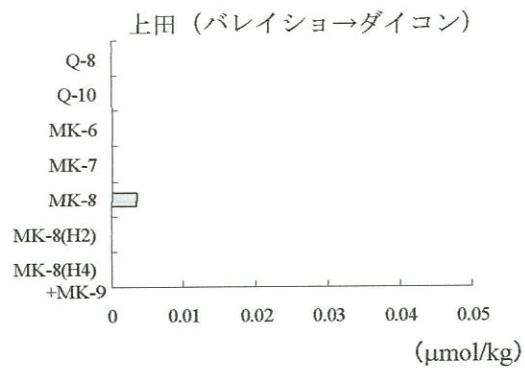
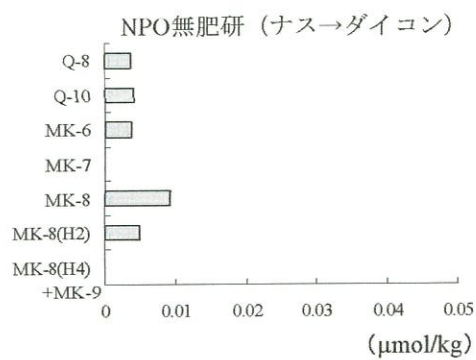
表3 玄米中のミネラル量の比較（2004年度のデータ）

水田番号	所在地	継続年数	栽培品種	Mg	K	Ca	Na	Mg/K	生産者
				mg / 100g				mEq 比	
16	滋賀県蒲生郡安土町	7	コシヒカリ	274.5	787.2	—	8.6	1.12	北林弘吉
16-C		0	コシヒカリ	160.7	563.9	—	9.3	0.92	北林弘吉
19-1	長野県上田市芳田下吉田	5	コシヒカリ	195.3	614.4	—	7.6	1.02	林久雄
19-1-C		0	コシヒカリ	181.4	590.9	—	8.0	0.99	林久雄
24	滋賀県愛知郡秦荘町	2	コシヒカリ	219.6	645.3	—	9.5	1.10	木戸口利雄
24-C		0	コシヒカリ	217.4	615.6	—	13.3	1.14	木戸口利雄
27	京都府宇治市小倉	2	ヒノヒカリ	139.1	495.5	—	8.6	0.90	NPO 無肥研
27-C		0	ヒノヒカリ	202.5	583.2	—	10.0	1.12	NPO 無肥研

Mg: マグネシウム、K: カリウム、Cu: 銅、Zn: 亜鉛、Mg/K (mEq): マグネシウム量をカリウム量で割った値（価数を加味）

表4 無施肥栽培野菜の BRIX（固形分溶解度≒糖度）

	（前作）野菜名	産地	BRIX	生産者
1	（ナス）ダイコン	滋賀県野洲郡野洲市	5.1	NPO 無肥研
2	（ネギ）ニンジン	滋賀県野洲郡野洲市	5.2	NPO 無肥研
3	（ネギ）ネギ	滋賀県野洲郡野洲市	6.7	NPO 無肥研
4	（スイカ）カブ	滋賀県野洲郡野洲市	5.5	NPO 無肥研
5	（トマト）キクナ	滋賀県野洲郡野洲市	4.1	NPO 無肥研
6	（トマト）コマツナ	滋賀県野洲郡野洲市	4.5	NPO 無肥研
7	（ナス）サニーレタス	京都市山科区	5.4	NPO 無肥研
8	（ジャガイモ）ダイコン	京都市山科区	5.0	上田
9	（ネギ）ネギ	京都市山科区	7.1	上田
10	（エンドウ）ニンジン	京都市山科区	5.7	上田



Q-8 *Burkholderia*, *Comamonas*,
Thiobacillus, *Alcaligenes*,
Xanthomonas, *Acinetobacter*, *Azotobacter*
Aeromonas, *Proteus*, *Enterobacter*

Q-10 *Acidiphilium*, *Agrobacterium*,
Ochrobactrum, *Sphingomonas*,
Aspergillus (*Neosartorva*),
Paecilomyces, *Penicillium* (*Talaromyces*)

MK-6 *Cytophaga*, *Flavobacterium*

MK-7 *Cytophaga*, *Flavobacterium*,
Frexibater, *Bacillus*, *Thermoactinomyces*

MK-8 *Aeromonas*, *Proteus*, *Enterobacter*,
Lactobacillus, *Micrococcus*

MK-8(H2) *Brevibacterium*, *Micrococcus*,
Corynebacterium, *Rhodococcus*

MK-8(H4) *Janibacter*, *Nocardia*,
Nocardiodes, *Terrabacter*

MK-9 *Arthrobacter*, *Clavibacter*,
Curtobacterium, *Thermoactinomyces*

Gram negative bacteria

Gram positive bacteria

Fungi

図1 無施肥無農薬栽培圃場の微生物相分析

長期無施肥栽培が緩傾斜地の桑園土壤に及ぼす影響

報告者 桑田 光雄

最近、環境や人間の健康の面から、作物の多肥栽培は反省期を迎えており、無肥料栽培あるいは有機栽培の研究が活発になってきている。供試圃場では長期無施肥栽培を行なっても桑園土壤の全窒素量と全炭素量は経年的な減少が見られず、収量も年間 $2000\text{g}\cdot\text{m}^2$ を維持している。無施肥栽培でこのような高い収量を可能にしている原因を解明するため、土壤の側面から、施肥・無施肥栽培を長期間継続することが緩傾斜地桑園の土壤侵食量に及ぼす影響を検討し、施肥の有無が緩傾斜地桑園の土壤成分の位置の変異に及ぼす影響を検討した。さらに施肥の有無が反応速度論的手法を用いた可分解性有機態窒素量とその無機化量に及ぼす影響を比較した。

材料と方法

1. 試験圃場と栽培方法

試験圃場は、長野県松本市中山にあり、東から西に向けて平均 6.8° の傾斜のある 4.3a の桑園で、1985年4月に圃場中央部にスチロール板を深さ 50cm まで埋めこみ、傾斜の上部 2.1a を無施肥無農薬栽培区 (以下無施肥区)、下部 2.2a を化学肥料による施肥栽培区 (以下施肥区) とし比較栽培試験を開始した。施肥区には、年間 10a 当り N, P, K をそれぞれ 30kg, 20kg, 20kg を、5月上旬と7月中旬に半量ずつ表面施肥した後、攪拌により土壤への混入を行った。無施肥区には何も施さないが施肥区への施肥と常時に土壤表面の攪拌のみ行った。両区とも年に3~5回除草し、また落葉も圃場外へ除いた。

2. 土壤流亡量・表層土壤の厚さ・土壤粒径組成の計測

幅 1m の集水板と貯水槽を施肥・無施肥両処理区に2基ずつ設置し、2000年9月から2003年9月まで3年間の土壤面侵食量を測定した。

表層土の厚さは、2003年7月に、圃場内の畝間を 2.4m 間隔で掘り下げ、計測した。同時に各区の 0~10, 10~30, 30~50cm の各層から試料を採土器を用いて採取し、土壤の粒径組成をピペット法によって求めた。

3. 土壌成分の分析

土壌試料は、2001～2003年の3年間にわたり、毎年5月上旬、7月中旬および9月末の3回、0～10、10～30、30～50cmの各層から採取し、土壌全窒素および全炭素量、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の各土壌成分を分析した。

4. 反応速度論的解析法による土壌無機化特性値と無機化窒素量の推定

2001年5月に、無施肥区と施肥区の両処理区より、それぞれ畝間と株間の0～10、10～30、30～50cmの各層の土壌を採取し、反応速度論的解析法によってそれぞれの土壌の特性値、すなわち可分解性有機態窒素量 (N_0)、見かけの活性化エネルギー (E_a) および25℃における無機化速度定数 (k) をもとめた。ここで、 N_0 は窒素供給力の大きさを、 k は無機化速度の大小を、 E_a は k に及ぼす温度の影響の強さをそれぞれ示す。

また1日あたりの窒素無機化量の推定には、2002年4月～9月に実測した圃場の0～10cmの日平均地温を用い、反応速度モデル式に代入してもとめた。

結果と考察

1. 土壌面侵食量に及ぼす影響

土壌面侵食量（図1）は、2001～03年の期間を通じて施肥区の侵食量は無施肥区のそれの3倍以上あり、無施肥および施肥栽培を長期継続することが土壌の性質を異ならせていくことが示唆された。

表層の厚さ（図2）は、無施肥区が施肥区よりも有意に厚かった。その差は施肥区の表層の厚さが上方に向かうに従って薄くなっていたことによるもので、無施肥区の表層の厚さは傾斜の高位から低位まで顕著な差は認められなかった。

上層（0～10cm）土壌の粒径組成（図3）の粘土含量についてみると、無施肥区の粘土の含有率が施肥区よりも有意に大きかった。また無施肥区では傾斜の影響がほとんどみられなかったのに対して、施肥区では傾斜の中～低位の粘土含量が特に少なくなっていた。土壌の層位毎の粒径組成（図4）は、各層位とも、粗砂の含有率は施肥区が有意に無施肥区よりも大きかった。これらから施肥を長期継続することにより、保

肥力に影響する粘土画分が流失しやすくなっていることが認められた。

また施肥区でみられたクラストの形成は土壌団粒の崩壊を示すものであり、土壌流亡を引き起こしやすくすることが知られている。本圃場では施肥区の土壌全炭素量が無施肥区よりも有意に少ないことから、施肥区の有機物含量は無施肥区のそれよりも少ないことが推察され、有機物含量の減少が、施肥区土壌の表面を土壌流亡が起きやすい状態に変化させ、土壌流亡によって作土層や土壌養分を損失させていることが示唆された。一方で、無施肥区は、土壌流亡がほとんどみとめられなかったが、これは土壌全炭素量が施肥区よりも高いレベルで維持されていることで、有機物含量が一定に保たれ、粘土画分が減少せずに、保肥力を維持しているように推察された。

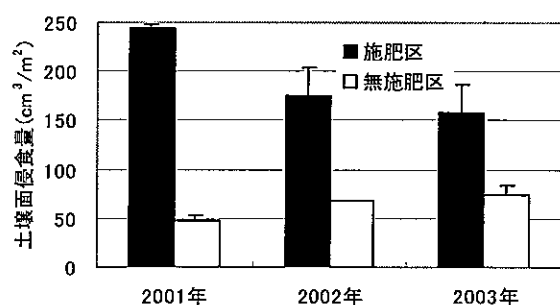


図 1 土壌面侵食量

各処理区に2基ずつ設置した集水装置に溜まった土壌の年間合計量の平均値を示す。バーは標準誤差を示した。

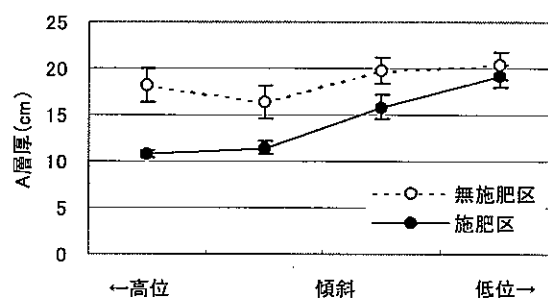


図 2 A層の厚さに及ぼす傾斜の影響

各処理区 (●実線は施肥区、○点線は無施肥区) の傾斜の高位から低位の4畝間についてそれぞれ5~6地点のA層の厚さの平均値を示した。図中のバーは標準誤差を示す。

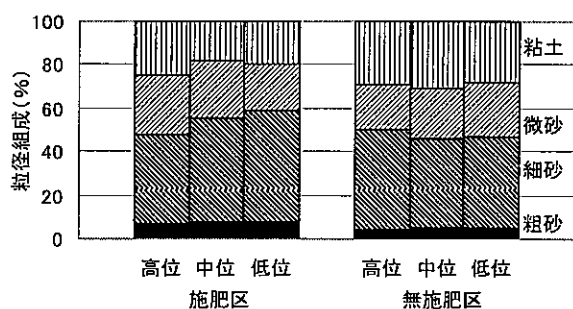


図 3 表層土の粒径組成に及ぼす傾斜の影響

各処理区の傾斜の上中下位の3畝についてそれぞれ表層 (0~10cm) 3ヵ所の平均の粒径組成を示す。組成は、図中の上から、粘土 (<0.002mm)、微砂 (0.002~0.02mm)、細砂 (0.02~0.2mm)、粗砂 (0.2~2mm) の4区分を示した。

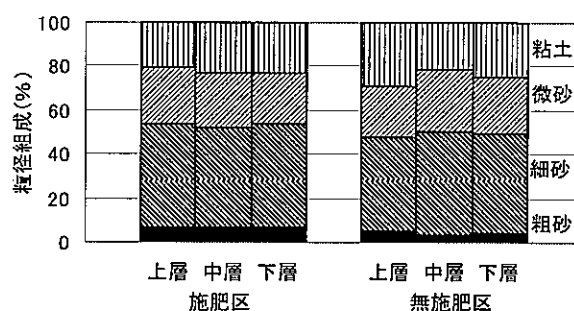


図 4 土壌層位毎の粒径組成

各処理区の上層 (0~10cm) 中層 (10~30cm) 下層 (30~50cm) の3層についてそれぞれ3ヵ所の平均の粒径組成を示した。組成は、図3と同様の4区分とした。

2. 土壌無機成分の位置的変異

上層土壌の全窒素量(図5)および全炭素量(図6)は、ともに両処理区とも傾斜の高位から中位では大きな変化は認められなかった。圃場全体でみると、全窒素量は処理区間に差は認められなかったが、全炭素量は無施肥区が施肥区よりも有意に多かった。

無施肥区の無機態窒素量(図7)には傾斜の位置による影響が認められなかった。しかし、施肥区のそれは傾斜の高位から中位にかけて大きく減少し、傾斜の低位では施肥区と無施肥区との間に無機態窒素量の差がなくなっていた。これは、施肥区に過剰に施与された窒素分が傾斜高位から低位へ流亡している可能性を示唆するものである。施肥区の表層から下層にかけて無機態窒素量が増加していた

ことは、水のマスフローによって施肥された窒素が表層から下層へ溶脱されていることを示唆するものと思われる。なお施肥区の無機態窒素の大半は硝酸態窒素であった。

3. 土壌無機化量に及ぼす長期無施肥栽培の影響

土壌無機化特性値(表1)で NOI は、上層ほど無施肥区が多く、また両処理区とも0~10cmの層がそれよりも下の層よりも多くなっていた。 Ea は、下層ほど無施肥区が施肥区よりも大きくなる傾向があった。 k は、施肥区が無施肥区よりも大きく、施肥区の30~50cmの層が他の地点よりも顕著に大きかった。 k が施肥区で無施肥区よりも大きな値をとったことは、施肥区が無施肥区よりも微生物による有機物の代謝効率が高いこ

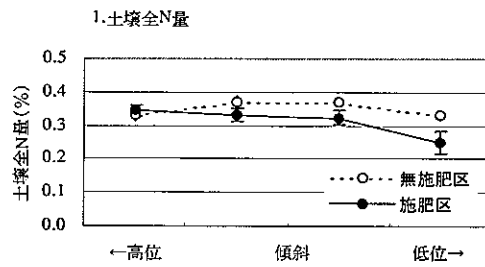


図5 土壌全窒素量に及ぼす傾斜の影響

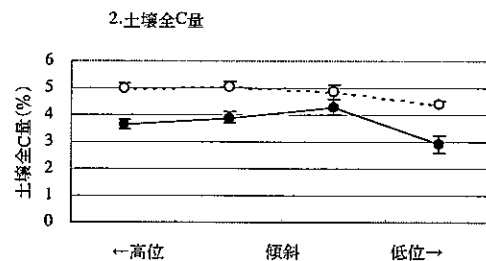


図6 土壌全炭素量に及ぼす傾斜の影響

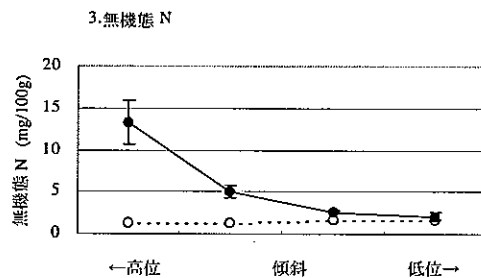


図7 土壌無機態窒素量に及ぼす傾斜の影響

となる。N0 が、0～30cmの層で無施肥区が多いのは、無施肥区の根の広がり大きさを示すもののよう推察される。

1日当りの0～10cmの層での推定窒素無機化量（図8）は、地温の上昇に伴い7月下旬をピークにした曲線を描いた。無施肥区では可分解性有機態窒素の無機化は一定レベルで継続しており、総量ではある程度の無機態窒素の供給源としての役割を果たしていると思われる。ことに、6月初旬から9月中旬まで0～10cmの層だけでも毎日0.079 mg/100g soil のレベルで無機態窒素を生成できるということは、その期間だけで推定5.4 g m²以上の無機態窒素量を生成していることになり、クワへの養分供給に大きな役割を果たしていることが示唆された。

表1 土壌反応速度論に基づく土壌無機化特性値

深さ	可分解性有機態窒素量 (mg/100g乾土)		活性化エネルギー (cal/mol)		無機化速度定数 (day ⁻¹)	
	施肥区	無施肥区	施肥区	無施肥区	施肥区	無施肥区
0-10cm	1.587	2.455	11240	9968	0.056	0.044
10-30cm	0.510	0.848	24108	22520	0.035	0.022
30-50cm	0.973	0.457	14537	25416	0.133	0.023

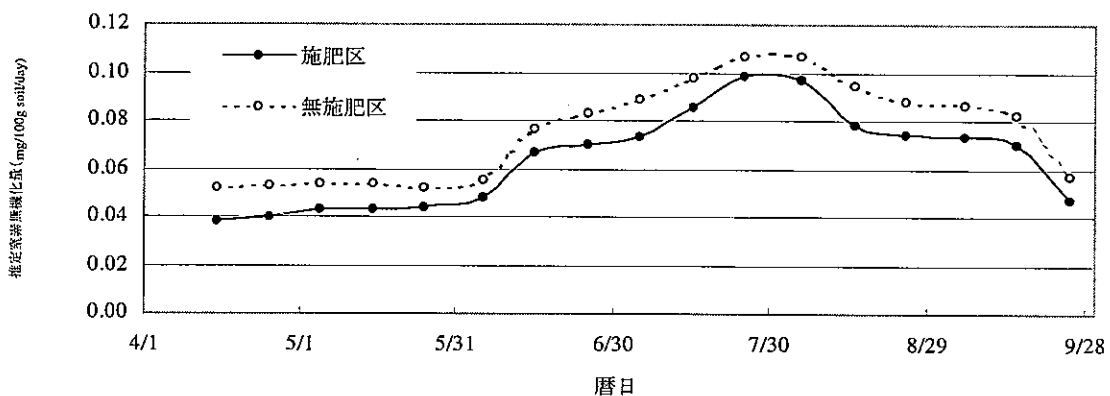


図8 施肥および無施肥栽培が窒素無機化量におよぼす影響

<資料1>

平成17年度産の無施肥無農薬米の品質

平成18年3月12日

報告者 奥村俊勝

注：水分（％），タンパク（％），アミロース（％），スコア（点），千粒重（精玄米g）

玄米	水田NO	生産者	所在地	栽培品種	実施開始年	継続年数	実施面積	水分	タンパク	アミロース	脂肪酸度	老化性	スコア	千粒重
○	1	NPO無肥研	滋賀県栗東市	ベニアサヒ	1951	55	14a	13.6	6.7	20.0	10.0	76.7	81.7	23.49
○	4	上田修一	京都市山科区北花山	ベニアサヒ	1965	41	2a	14.6	6.5	19.8	14.0	75.7	82.3	22.80
○	5	上田修一	京都市山科区北花山	農林16号	1965	41	2a	14.4	6.4	20.4	13.3	76.3	82.0	23.11
○	13-4	黒瀬 修	京都府綾部市志賀郷町	コシヒカリ	1998	8	5.1a	14.5	6.1	19.8	14.0	74.0	85.0	19.96
○	16	北林弘吉	滋賀県蒲生安土町	コシヒカリ	1998	8	16a	14.4	6.3	19.7	15.3	72.0	82.0	19.92
○	18	NPO無肥研	京都府亀岡市稗田野	ベニアサヒ	1993	13	9a	14.2	6.5	20.2	14.0	76.0	82.3	24.02
○	20-1	福坂 洋	滋賀県神崎郡能登川町	コシヒカリ	2001	5	50a	14.2	7.2	19.4	20.0	74.3	76.7	20.55
○	20-2	福坂 洋	滋賀県神崎郡能登川町	コシヒカリ	2002	4	50a	14.5	6.7	19.3	17.0	74.0	81.0	20.69
○	20-3	福坂 洋	滋賀県神崎郡能登川町	コシヒカリ	2003	3	20a	14.1	7.0	19.5	16.3	75.0	78.7	20.61
○	21	坪田棟丞	滋賀県蒲生安土町	コシヒカリ	2001	5	30a	14.6	7.2	19.5	14.3	76.0	76.3	20.72
○	22	千貫武久	滋賀県蒲生安土町	コシヒカリ	2002	4	50a	14.2	6.9	19.4	12.3	74.7	78.7	20.84
○	25-4	中村 孝太郎	福井県大野市下麻生嶋	コシヒカリ	2003	3	44a	13.8	8.1	19.6	14.0	79.0	71.0	22.14
○	26-3	NPO無肥研	滋賀県野洲市	コシヒカリ	2003	3	11a	14.3	7.7	19.5	14.3	77.0	74.3	21.48
○	27	NPO無肥研	京都府宇治市小倉	ヒノヒカリ	2003	3	45a	14.9	7.4	19.2	20.0	74.7	74.0	20.24
○		一般(有肥)	滋賀県安土町	コシヒカリ				14.4	8.0	19.7	15.3	77.0	71.0	21.34
○		一般(有肥)	滋賀県大中	コシヒカリ				14.1	8.0	19.6	14.3	77.7	71.0	20.59

<資料2>

NPO無肥研栗東水田の玄米収量の経年変動

- 当該の無施肥水田
○—○ 栗東有肥田平均

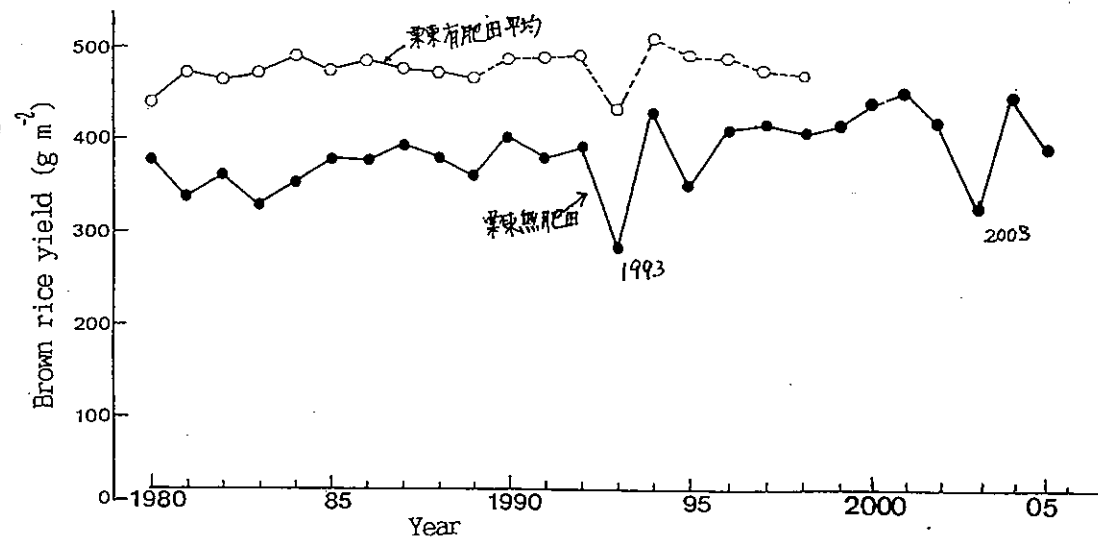


Fig. Yields of rice in fertilized and unfertilized paddy fields in Ritto-cho, Shiga prefecture, during 1980-1998. —○—: Yields in paddy fields applied with 14.8kg of N, 13.6kg P₂O₅ and 15.1kg K₂O; —●—: Yields in the unfertilized paddy field. ----○----: Yields in statistics of rice production issued by Kinki Department of Agriculture.