

長期無施肥無農薬栽培法
平成11年度研究報告会

開催日時：平成12年3月22日（水）14:00～17:00
会 場：黎明教会

表題・報告者

- | | |
|---|----------------------|
| 1. 無施肥無農薬栽培Y田の水稻生産力が低い原因を探る | ……奥 村 俊 勝 |
| 2. 無施肥無農薬栽培における酒米の生産性について | ……奥 村 俊 勝 |
| 3. 生育期間中のSPAD値の変化による長期無施肥無農薬栽培水稻の
識別法の開発 | ……竹 内 史 郎 |
| 4. 無施肥無農薬栽培でのエンドウの収量と品質について | ……水 谷 信 雄 |
| 5. 無施肥無農薬栽培における温州ミカンの糖度および酸度 | ……水 谷 信 雄 |
| 6. 無施肥無農薬栽培でのグラジオラスの生育 | ……水 谷 信 雄 |
| 7. 無施肥無農薬栽培におけるトマトの生育と収量・品質について | ……水 谷 信 雄
田 尻 尚 士 |
| 8. 「キュリおよびトマト」果実のビタミン含有量と物性
ならびに水分含有量 | ……田 尻 尚 士 |
| 9. 無施肥無農薬栽培土壌の特質 | ……森 本 正 則 |

平成12年3月22日

無施肥無農薬栽培Y田の水稻生産力が低い原因を探る

報告者：奥村俊勝

昨年 の 報告会において、YⅡ田の生産力は、栽培経過年数が増えるに伴って漸減し、さらに、同一品種を栽培しているにもかかわらず、RⅡ田の生産力に比べて著しく低いことを報告した。

本年度は、Y田の収穫物形質とR田のそれらとを比較して、YⅡ田の生産力が著しく低くなる原因を探り、その打開策を検討した。

1. 調査対象水田の所在地と栽培品種

RAとRⅡ田；滋賀県栗東町辻に所在して、無施肥無農薬栽培が過去47年間続けられて来た水田。

YⅠとYⅡ田；京都市山科区北花山に所在して、無施肥無農薬栽培が過去34年間続けられて来た水田。

それぞれの水田で栽培された水稻品種は、第1表に示した。

2. 調査結果と考察

両水田における1999年度の坪刈り法による推定玄米収量と個体調査による収量構成要素は、第1表に、同じく収穫物形質は第2表に示した。

YⅡ田の推定玄米収量は、この水田と同一品種のベニアサヒが栽培されるRAやRⅡ田の約半分以下となり、極めて低収となった。YⅠ田の農林16号もR田の約60%程度の玄米収量しか得られなかった。

YⅡ田の収量構成要素において、1株穂数、1穂粒数、稔実歩合、玄米千粒重は、それぞれRA田の72.5%、84.0%、97.1%、95.1%しか得られず、とくに1株穂数（生育初期の分けつ数）が、RA田のものに比べてかなり少なく、着粒数も少なかった。YⅠ田の農林16号は、ベニアサヒと生育特性が異なるので、単純にはベニアサヒの状態と比較出来ないが、1株穂数が比較的少ない様に思われる。

YⅡ田の収穫物形質は、RA田のものに比べて、穂長と1穂当たりの1次枝梗数がやや大きくなったが、全体的に栄養体形質と生殖体形質がともにRA田のものより小さくなった。YⅠ田の農林16号では、1株わら重の不足が目立った。

以上から、Y田の低収因として、単位面積当たりの穂数不足が第1番に考えられる。穂数の決定には、生育初期の分けつ力が最も強く関与するので、穂数不足は生育初期の植物栄養分、とくに窒素成分の供給不足（かんがい水中の溶存窒素量が少ない）によって引き起こされたものと思われる。したがって、生育初期の養分供給が不可能な

場合（地力が低い場合）には、単位面積当たりの移植苗数または株数を増大させて、収量確保に必要な分けつ数を得ることが大切であろう。

もし、移植時期が遅くなった場合には、分けつ数を確保することがさらに重要になるので、栽植密度を十分に高めなければならない。また、栄養体全体が小型化しているが、これは生育盛期の養分不足の表れである。栽培地の栄養分が少ない状態の中で、養分に対する雑草競合が生じている可能性がある。したがって、Y田での収量確保には、除草が不可欠であろう。

第1表 栗東（R田）と山科（Y田）の無施肥栽培水稻品種と玄米収量（1999年）

水田	品種名	推定玄米収量	1株穂数	1穂粒数	稔実歩合	玄米千粒重
RA(B)	ベニアサヒ	409.9(Kg/10a)	10.2(本)	102.6(粒)	95.7(%)	22.3(g)
RB(B)	ベニアサヒ	406.7	10.0	113.9	93.3	22.0
YII(B)	ベニアサヒ	190.4	7.4	86.2	92.9	21.2
YI(B)	農林16号	251.7	10.2	79.0	95.9	21.5

第2表 栗東（R田）と山科（Y田）の無施肥栽培水稻の収穫物形質（1999年）

水田	稈長	穂長	穂重	1次枝梗数	2次枝梗数	1株わら重	1株穂重
RA	78.0(cm)	20.8(cm)	2.75(g)	9.2(本)	15.6(本)	27.2(g)	28.7(g)
RB	80.4	21.0	2.93	10.1	18.9	28.2	29.1
YII	70.9	21.5	2.21	9.5	10.9	16.0	16.5
YI	65.2	16.9	2.12	8.7	12.0	19.0	21.4

無施肥無農薬栽培における酒米の生産性について

報告者：奥村俊勝

酒米が無施肥無農薬で栽培された場合、その生産力はどうになるかを収穫物形質量の調査結果から検討した。なお、この産米の酒造適性については別報で報告される予定。

1. 調査材料と方法

供試した酒米品種は、山田錦、祝、玉栄、および吟吹雪の4品種である。なお、比較のためにベニアサヒも加えて検討した。これらの酒米品種の概評は第1表に示した。栽培水田はRA田である。栽植密度は、全酒米品種とも条間31.0cm、株間20.0cmとしたので1㎡当たり16.13株となった。なお、ベニアサヒは19.2株/㎡である。施肥栽培におけるそれらの品種の生産性および形質特性を、無施肥栽培での反応を明確にするために、第3表に示した。

2. 結果と考察

1999年度のRA田における供試品種の収量と収穫物形質量は、第2表に示した。玄米収量は、ベニアサヒ>山田錦>玉栄>祝>吟吹雪の順となり、祝と吟吹雪は極めて低収となった。吟吹雪は、1株穂数（分げつ数）とわら重が他品種よりもかなり多くなったが、穂形質量（長さ、重さ、着粒数、2次枝梗数）が著しく他品種よりも少ないために低収になったものと考えられる。祝の低収因は、1株穂数（分げつ数）が比較的少ないことによると考えられる。山田錦と玉栄は、1株穂数を比較的多くして、玄米収量はベニアサヒの約88%を確保し、とくに玉栄はベニアサヒと同様に、栄養体量よりも生殖体量の方が重くなる様相を示した。第3表に基づいて、無施肥栽培による各品種の減収率を推定すると、ベニアサヒが15.8%、山田錦が20.0%、祝が31.7%、玉栄が41.1%、吟吹雪は不明と計算出来る。以上から、供試した酒米品種のうち、無施肥無農薬栽培に収量的に適するのは、山田錦と玉栄のような中晩性品種であると思われる。

第1表 供試品種の概評*

品種名	奨励都道府県名	概 評
山田錦	兵庫、福岡、熊本 △三重、△大分 長崎	（兵庫） 晩生、極良質、酒造好適米、耐倒伏性弱、 耐肥性弱、耐病虫性弱
祝	京都	（京都） 中生、酒造好適米、極長稈、耐いもち病弱、 耐倒伏性弱
玉 栄	山梨、△滋賀	（滋賀） 中生、酒造好適米、耐肥性弱
吟吹雪	？	？
△印は準奨励 （ ）は概評されていた府県名		

* 農林水産省農蚕園芸局編、水陸稲・麦類奨励品種特性表平成5年版による。

第2表 栗東（R A田）における無施肥栽培酒米水稻の収量および収穫物

（収量と収量構成要素）

（1999年）

品種名	推定玄米収量	1株穂数	1穂粒数	稔実歩合	玄米千粒重
ベニアサヒ	409.9(Kg/10a)	10.2(本)	102.6(粒)	95.7(%)	22.3(g)
山田錦	358.2	14.9	60.1	94.9	24.0
祝	317.6	10.7	79.9	93.6	23.9
玉栄	355.1	13.6	64.2	94.7	25.9
吟吹雪	275.6	17.0	50.9	94.2	24.2

（収穫物の形質）

稈長	穂長	穂重	1次枝梗数	2次枝梗数	1株わら重(A)	1株穂重(B)	B/A
78.0(cm)	20.8(cm)	2.75(g)	9.2(本)	15.6(本)	27.2(g)	28.7(g)	105.5(%)
76.7	18.0	1.77	8.0	6.8	30.7	27.0	87.9
83.2	24.4	2.35	9.7	12.3	28.5	25.2	88.5
57.6	17.9	1.98	7.1	10.1	23.6	26.9	114.0
52.2	16.4	1.45	7.0	4.7	33.6	24.2	72.0

第3表 各種データに基づく施肥栽培酒米水稻の収量および収穫物

（収量と収量構成要素）

品種名	推定玄米収量	1㎡当たり穂数	1穂粒数	稔実歩合	玄米千粒重
ベニアサヒ	486(Kg/10a)	261(本)	86.9(粒)	95.7(%)	23.1(g)
山田錦	442	332	70.2	70.2	27.6
祝	464	257	—	—	27.0
玉栄	603	429	—	—	27.7
吟吹雪	—	—	—	—	—

（収穫物の形質）

稈長	穂長
86.0(cm)	21.2(cm)
110.0	21.1
111.0	21.5
86.0	22.0
—	—

第3表に用いたデータ

ベニアサヒ：1988年R B田隣接の施肥田のデータ

山田錦：平成5年兵庫県奨励品種特性表のデータ

祝：平成5年京都府奨励品種特性表のデータ

玉栄：平成5年滋賀県奨励品種特性表のデータ

吟吹雪：不明？

生育期間中のSPAD値の変化による長期無施肥栽培水稻の 識別法の開発

調査担当：渡邊 充

報告者：竹内 史郎

目 的：水稻の栽培法を多肥多農薬法から無施肥無農薬法に転換すると、その後の経過年数が増すにつれて水稻の栄養条件は地力に依存する型に変わっていく。この研究は作物の栄養状態の葉色診断技術を利用し、かつ、水稻に損傷を加えることなく葉色を測定できるSPAD計を用いて栄養条件の変化の型を把握して、無施肥無農薬栽培法を識別する方法を開発することを目的とする。

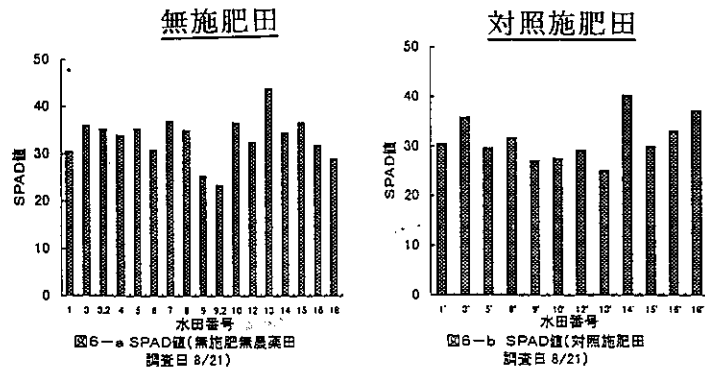
材料・方法：調査は京都、滋賀、福井の各府県に所在する13地点・18筆の無施肥無農薬田と、それらに隣接する13筆の対照施肥田を対象（表1）とし、現地においてはSPAD値の測定と分析試料の採取を行い、採取した試料は、葉ではクロロフィル（葉緑素）量、同a量、同b量、全チッソ量を、土壌についてはアンモニア態チッソ含有量の測定に供した。

表1 調査水田一覧表

水田番号		所在地	栽培品種	継続年数 (年)	移植日 (平成11年)
無施肥	対照施肥				
1	(1 [〃])	滋賀 栗東	ベニアサヒ	48	5月19日
2	(2 [〃])	京都 岩倉	モチ（不詳）	26	5 / 28
3	(3 [〃])	滋賀 野洲	新羽二重モチ	9	5 / 20
3-2	(3 [〃])	同 上	ベニアサヒ	4	5 / 19
4	(4 [〃])	京都 山科	ベニアサヒ	34	6 / 1
5	(4 [〃])	同 上	農林16号	34	6 / 1
6	(4 [〃])	同 上	ベニアサヒ	27	5 / 27
7	(4 [〃])	同 上	新羽二重モチ	27	5 / 27
8	(8 [〃])	福井 南条	コシヒカリ	12	5 / 16
9	(9 [〃])	福井 武生	コシヒカリ	1	5 / 3
9-2	(9 [〃])	同 上	コシヒカリ	2	5 / 3
10	(10 [〃])	福井 今立	コシヒカリ	1	5 / 16
12	(12 [〃])	京都 京田辺	ベニアサヒ	1	6 / 10
13	(13 [〃])	京と 綾部	コシヒカリ	1	5 / 29
14	(14 [〃])	滋賀 能登川	玉 栄	1	5 / 1
15	(15 [〃])	同 上	玉 栄	1	5 / 13
16	(16 [〃])	滋賀 安土	玉 栄	1	5 / 9
18	(18 [〃])	京都 亀岡	ベニアサヒ	5	5 / 26

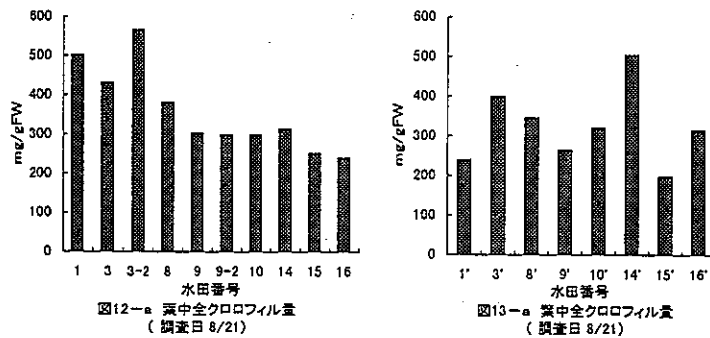
結 果

1) SPAD値、葉のクロロフィル量、全チッソ含有率、土壌のアンモニア態チッソ含有率の測定事例

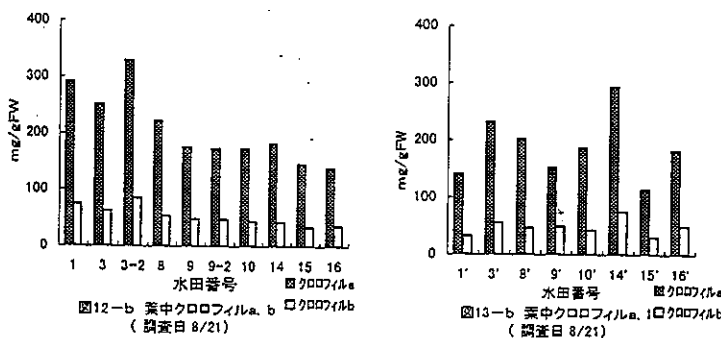


各項目の8月21日の無施肥田と施肥田の測定値を左右に対比させて示した。同じ日の値であるのに、どの項目も水田間の変異が大きい。

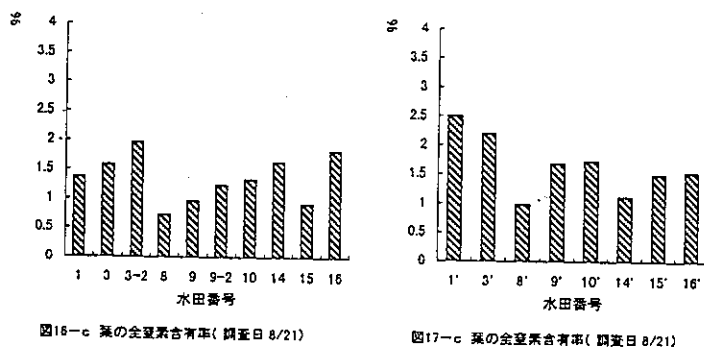
イネ(作物)の生育は、次のような多種の要因によって様々な程度の影響を受ける。



①水田の立地に関わる要因；土性、気温、地温、日照、日長などの気象要因、灌漑水の水質、とくに溶存養分量、養分の天然供給量など
②作付けされたイネ自体に関わる要因；品種、苗の大きさ(稚苗、中苗、成苗)など



③栽培方法に関わる要因；施肥された肥料の種類と量、時期、無施肥、田植えの時期と方法、作付けの前歴、地力、残存養分量、無施肥栽培の継続年数など



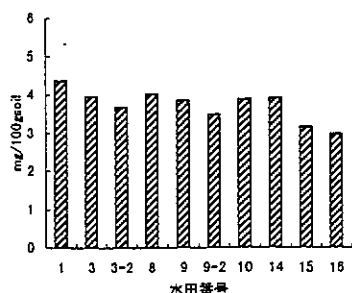


図18-a 土壌のアンモニア態窒素含有量
(調査日 6/21)

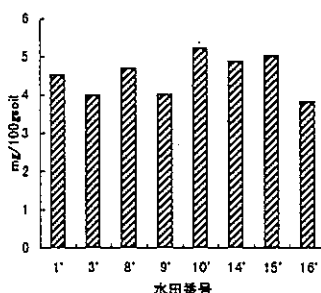


図19-a 土壌のアンモニア態窒素含有量
(調査日 6/21)

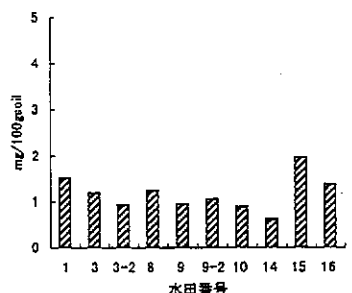


図18-b 土壌のアンモニア態窒素含有量
(調査日 7/23)

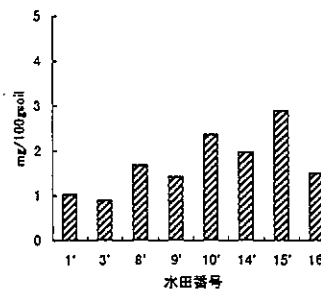


図19-b 土壌のアンモニア態窒素含有量
(調査日 7/23)

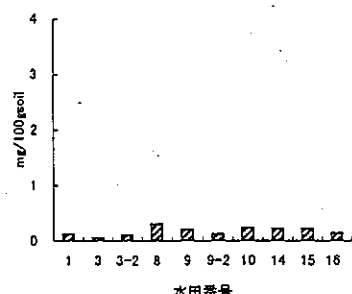


図18-c 土壌のアンモニア態窒素含有量
(調査日 8/21)

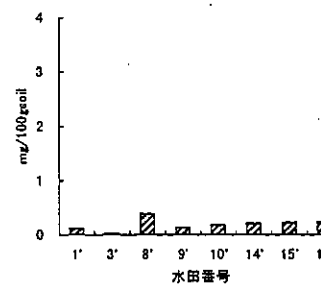


図19-c 土壌のアンモニア態窒素含有量
(調査日 8/21)

土壌中のアンモニア態チッソは容易にイネに吸収されて直ちに生育に影響を与える。この図は 6, 7, 8月の測定値を示したが、無施肥田でも 6月には施肥田に近い量のチッソを含んでいること。生育が進んで 7月になるといずれも大きく減少したが、施肥、無施肥の差はさほど大きくない。8月になると無施肥、施肥の差がほとんどなくなり、どちらも著しく少なくなった。

このデータの解釈では、施肥田では田植えが早く、6月時点ですでに大きく生育していたことを注意しなければならない。

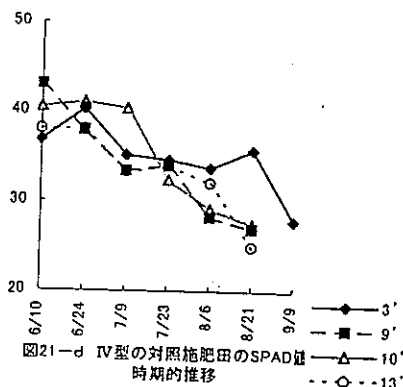
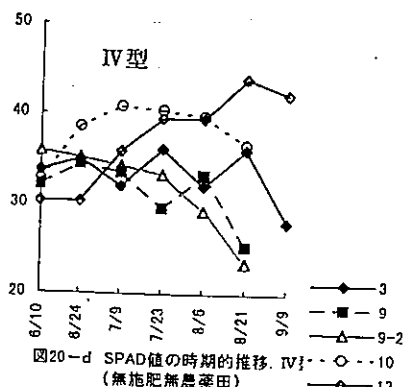
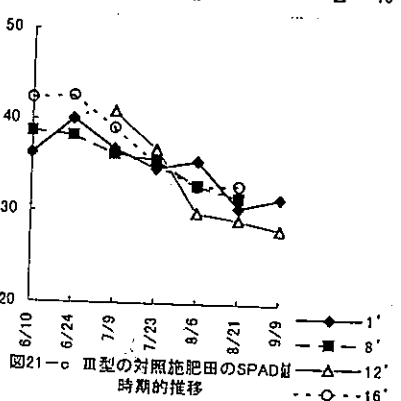
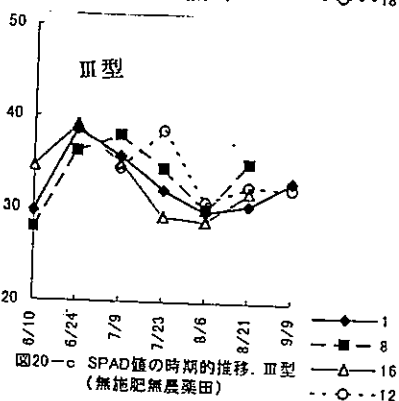
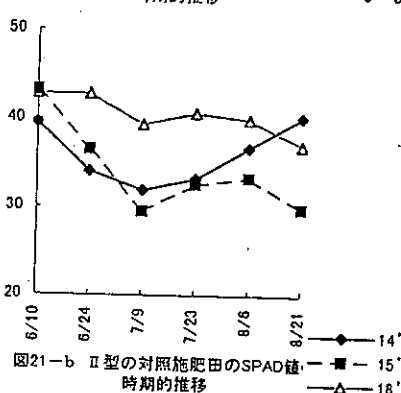
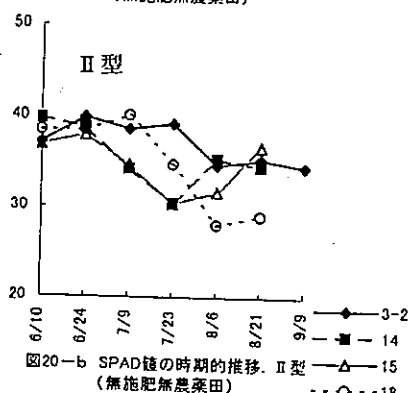
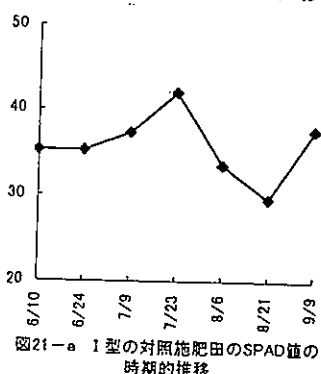
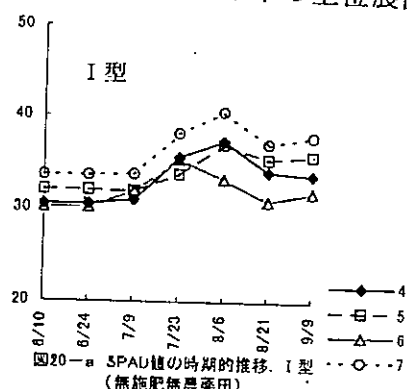
無施肥無農薬栽培を継続することによる予想される変化

- ①土壌の残存養分量が次第に減少し、同時に有機物量も減少する。
- ②土壌が堅く締まり、色調が薄くなる。
- ③土壌の微生物相が変化し、生息する水生小動物の種類と生息数が増加する。
- ④発生する雑草の種類と数、それらの生育量も変化する。

これらの変化によって、無施肥無農薬栽培法をある年数継続した水田のイネに対する養分供給は、イネの刈り株と根、湛水中で増殖した藻類や小動物の死骸などを栄養源とする土壌微生物類の作用と、灌漑水によってもたらされる浮遊有機物の分解と水溶性養分によるものに限定されるようになる。

本研究は、このような無施肥無農薬栽培イネに対する独特な生育期間中の栄養供給の型を、それをかなり忠実に反映すると考えられる葉色、すなわちSPAD値の型として把握し、施肥栽培との違いを識別しようとするものである。

2)栽培期間中のイネの上位展開葉のSPAD値の時期的推移；変化の型の分別



I型；生育初期に比較的低い値を維持し、中期に次第に上昇したあとやや低下し、登熟期に僅かに上昇する型

II型；初期はI型より高く、中期に次第に低下して登熟期には低下もしくは変化の少ない水田

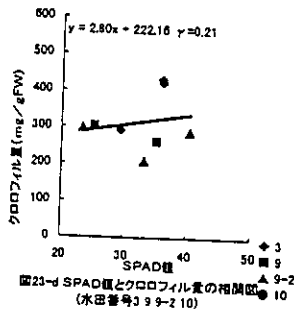
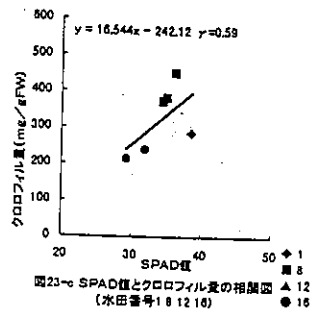
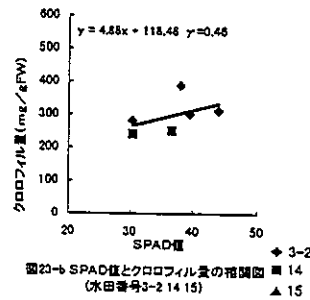
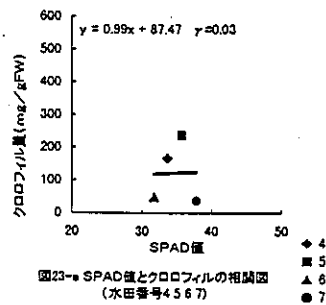
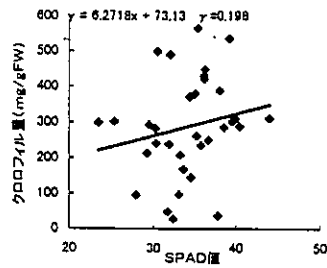
III型；初期はI型と同程度の低い値から始まり、中期に次第に低下して登熟期に再び上昇する水田

IV型；上記のいずれの型にも類似せず分別し難い水田

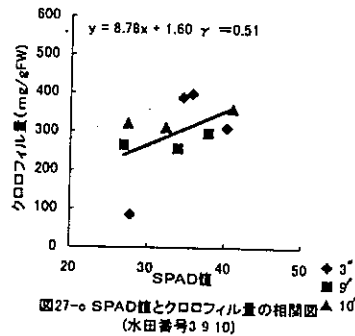
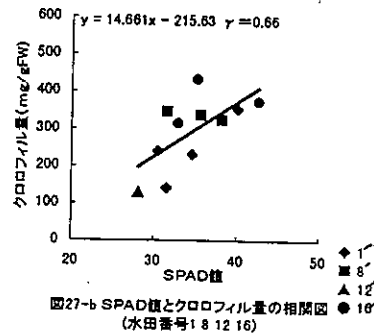
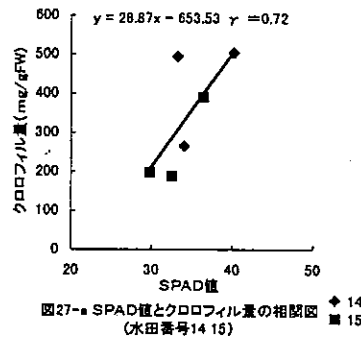
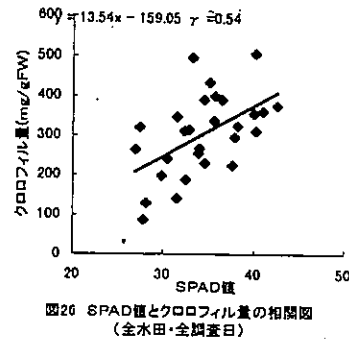
右列には、それぞれ左の型に分別した無施肥無農薬水田の对照施肥田の値を示したが、一見して本調査の施肥田では典型的な施肥田の推移を示した水田はめられなかった。また、同じ地区の左右、すなわち無施肥田と施肥田は、幾分類似した推移を示しているようにも見える。これらのことが何を意味するかは、この時点ではまだ説明できない。

3) SPAD値とクロロフィル量との関係について；SPAD値は葉緑素量を正しく示したか？

無施肥田

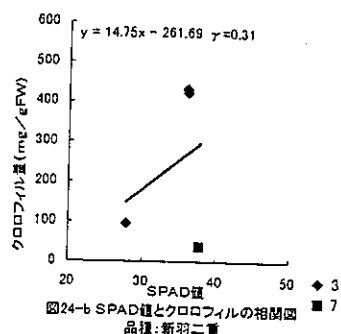
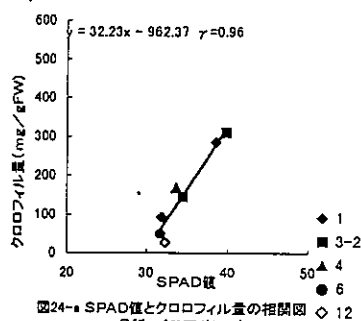


対照施肥田

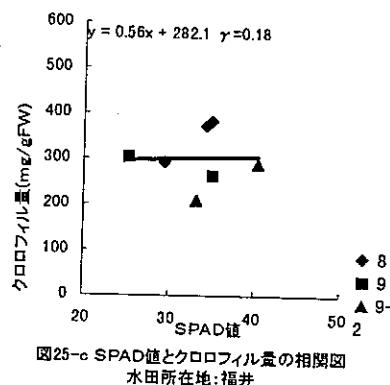
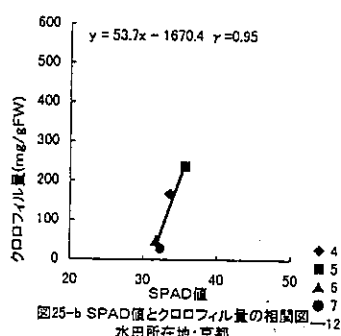
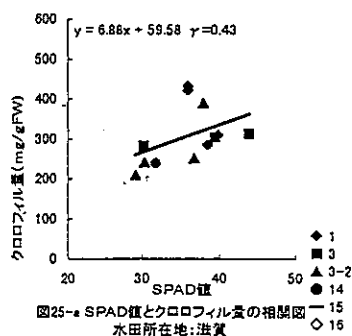
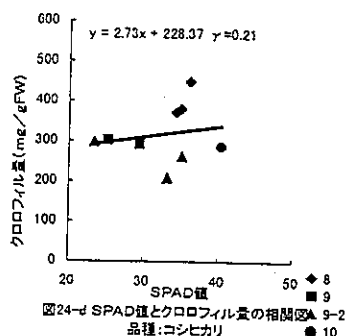
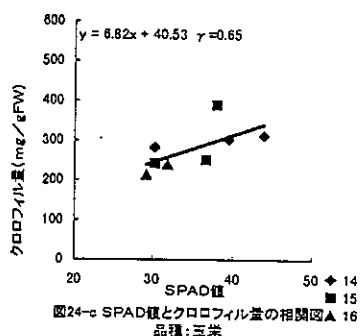


このページの図は、前ページのⅠ～Ⅳ型の水田とそれぞれの対照施肥田を左右において、測定したSPAD値と分析した葉緑素量との関係を示した（2段目から最下段）。最上段は全測定値をそれぞれ一つの図にまとめている。この形の図を相関図といい、横軸と縦軸の値の関係の程度を示す。

まず全体図をみると、無施肥田では測点が全体的に散在しているのに、施肥田では点が斜線に沿うようになりまとまっている。これはSPAD値で葉緑素量を推定するにあたって、施肥田ではいくらか正しく推定できるが、無施肥田ではそれができないことを示している。相関係数をみるとそのおよその見当がつけられる。この理由を考えるため、Ⅰ～Ⅳ型の区分で図示すると、Ⅱ、Ⅲ型では相関関係がよくなっている。また、無施肥田と施肥田の改善程度は一概には比較できない。



次に、品種ごとに区分して示すと、ベニアサヒと玉栄では高い相関がみられたが、他の2品種では改善されていない。最後に、水田の所在地別に示すと、滋賀、京都では改善された。



これらの結果は、2頁に前述したイネの生育に影響する要因、すなわち、①水田の立地に関わる要因、②作付けされたイネ自体に関わる要因、③栽培方法にかかわる要因のいずれもがSPAD値と葉緑素量に、ある程度関与していることと、②のイネ自体の要因のなかで考えなかった他の要因の関与が示唆され、本報告で試みた二三の分析法によっては無施肥無農薬栽培の経歴を識別する方法を解明するには至らなかった。そこで、イネ自体に関わる他の要因についてSPAD計の機構から考えてみると、無施肥無農薬栽培の継続によって、イネの表皮構造が変化して光の反射率と吸収率が施肥栽培のイネのそれらと異なってくる可能性、さらに、葉の葉緑細胞や維管束の大きさやその他の構造的変化によって光の透過度に影響する可能性などがありそうである。もし、これらの要因が強く働くようであれば、SPAD値で一元的に無施肥無農薬栽培と施肥栽培のイネを比較することはできなくなり、他の方法、たとえば、土壌学的変化や微生物を含む生物相の変化などを追究するのが望ましいかもしれない。

本調査は京都市山科区で行われている無肥料無農薬栽培のエンドウについて、その収量と品質を調べとりまとめたものである。

調査は1999年5月に行ったが、現地では無肥料無農薬の栽培歴が28年、栽培している種実は自家採種で27年の歴史があり、今回調査対象とした畑は、水田から3年前に畑に切り替えた土地で栽培歴は新しいが、同所で栽培したエンドウを調査材料とした。

その結果、1999年5月8日から5月28日までの20日間に収穫した種実の総収量は89.05kg、1株の平均収量は0.19kgであった。品質については、このうち106莢と対照として慣行栽培のエンドウ90莢について莢のサイズ及び1莢内の粒数と粒重を調べて第1表に示した。その結果、慣行栽培のエンドウではLサイズ(7 g以上)の莢が26.7%であったのに対して無肥料無農薬栽培のエンドウでは58.5%と2倍以上の割合を占めていた。また、Mサイズ(4.0 ~ 6.9g)は慣行栽培の莢で55.6%、無肥料無農薬栽培で35.8%であった。また、Lサイズの莢内には慣行栽培のものでは6粒、無肥料無農薬栽培のものでは7.6粒が含まれ、同じサイズの莢でも中の粒数に1 ~ 2粒の違いがみられた。次にエンドウ種実の品質について調べた。エンドウの種実は熟度が進むほどでん粉が増加し、比重が大きくなって糖分が減り、品質が悪くなる。熟度進行の状態は粒の比重の変化に端的に現れ、Fancy(極上)(比重 $1 < d < 1.04$)が最もすぐれ、Standard(上)(比重 $1.04 < d < 1.07$)がこれについて良好で、Second(並)(比重 $1.07 < d$)が一番劣る。第1図 ~ 第3図に同時期に採種したエンドウ種実の調査結果を示した。無肥料無農薬栽培の種実では51%がFancyであったのに対して慣行栽培の種実では30%であり、また、Standardは無肥料無農薬栽培が38%であったのに対して慣行栽培では61%と多かった。このように無肥料無農薬栽培ではFancyが半数を占めていたのに対して慣行栽培の種実はStandardが6割を占めていた。

以上のように無肥料無農薬栽培では慣行栽培に比べて収量は大幅に減るが、品質的には良品の割合が高く、これが何によるものかについては現在解析中でもある。

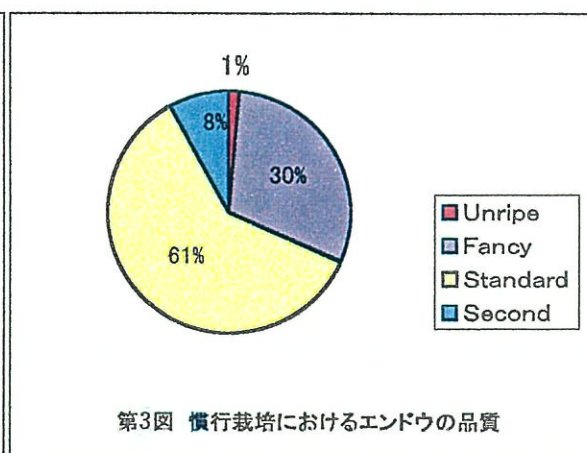
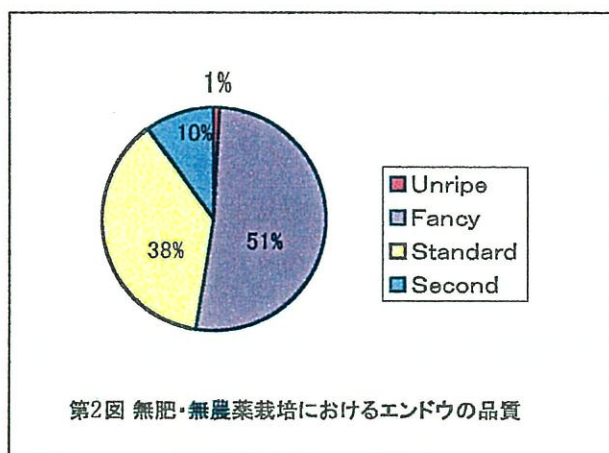
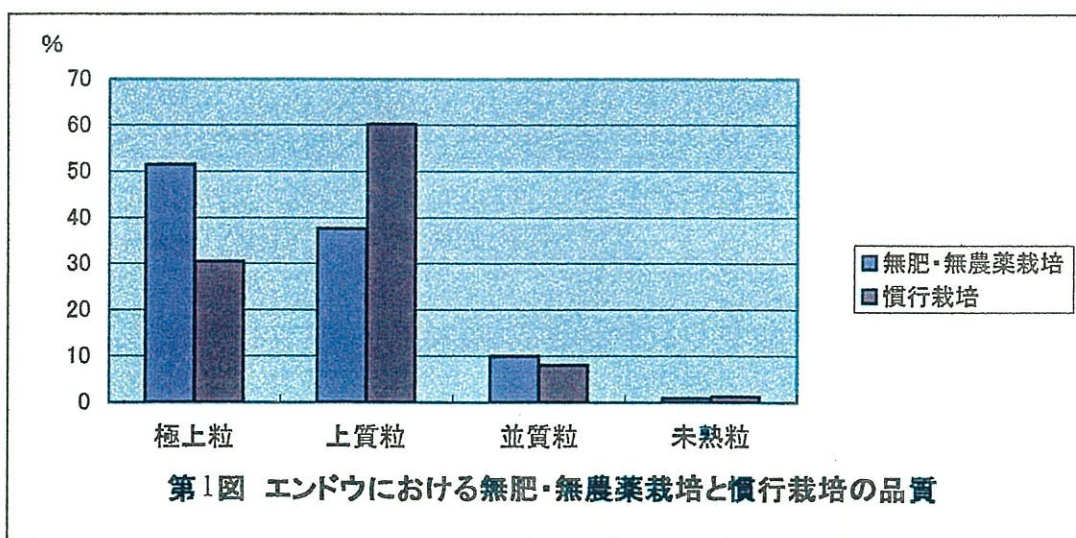
第1表 エンドウにおける無肥・無農薬栽培と慣行栽培の収量及び品質

区 項目 サイズ	無肥・無農薬栽培			慣行栽培		
	莢数(莢)	1莢平均 粒数(粒)	1莢平均 粒重(g)	莢数(莢)	1莢平均 粒数(粒)	1莢平均 粒重(g)
L	62	7.6	5.8	24	6.0	3.9
M	38	4.1	2.7	50	5.2	2.7
S	6	1.8	1.2	16	4.0	1.3
合計	106	-	-	90	-	-

(注) L: 7.0g以上

M: 4.0~6.9g

S: 4.0g未満



第4図 無肥無農薬栽培でのエンドウ果実

柑橘類の品質としては各種の要素をふくんでおり、品質判定に際しては試験の目的に応じ取捨選択している。その中で果汁中の糖、酸含量の多少が品質判定に欠かすことのできない要素であるが、その他に化学成分としては、苦味、ヘスペリジン、ビタミンC、ペクチン、香なども品質判定の基準になることがある。また、物理的なものには果汁量の多少、肉質(砂じょう、じょうのうの硬軟)、果実の比重、浮皮やすあがりの程度などがあり、過去には品質として果実の外観がもっとも重視され、果皮の粗滑、傷の有無、付着物によるよごれ、果形、果色などが判定の基準になった。

柑橘類には多数の品種が含まれるが、世界的にはオレンジ、グレープフルーツ、レモンの生産量が多く、わが国では温州ミカンが大部分を占め、他に夏ミカン、ハッサク、伊予カン、ポンカンなどが栽培されている。

これら柑橘類のうち温州ミカンでは、その果汁中には全糖8.7%(しょ糖、果糖、フドウ糖)、酸1.0%(主としてクエン酸、ごくわずかにリンゴ酸)、全窒素0.1%, 全フラバノイド150mg%(主としてヘスペリジン)、カロチノイド2.7mg(クリプトキサンチン、カロチン、その他)、ビタミンC35mg%, ペクチン0.07%, セルローズ0.07%, 水分90%程度を含む(ただし、これらは品種、系統、栽培条件、収穫時期によって異なる。)

本報告は、九州(宮崎県)と奈良県で栽培された無肥料無農薬栽培の温州ミカンと、慣行農法で栽培した温州ミカン(和歌山県)の果汁中の糖と酸を測定してとりまとめたものである。

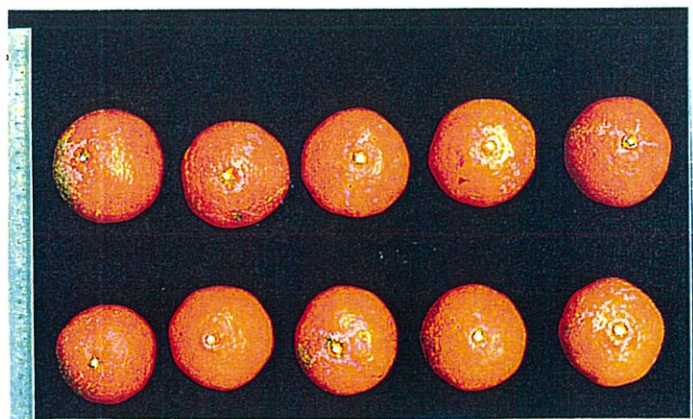
結果は第1表に示したが、糖度は3県産ともほとんど変わらなかったが(10.4 ~ 10.8%)、酸度で大きな差がみられ無肥料無農薬栽培による宮崎、奈良産のミカンでは0.81, 0.77%と酸度が高かったのに対して慣行農法による和歌山産ミカンでは0.33%と非常に低い値であった。ミカンの味は果汁中の糖含量と酸含量の割合から甘味比又は糖酸比として表すが、もちろん糖が多く酸が少ないと糖酸比が高くなる。

一般に味覚は人によって差があり、また、味の好みも人それぞれによって異なるが、最近ではトマト(品種: 桃太郎)の例で知られるように甘味嗜好が強くなっている。しかし本資料のように極端に酸度の低い果汁よりも、適度に酸味のある果汁の方が、味が濃厚でミカンらしいと評する人が試食者の中に多数みうけられた。なお、第1図 ~ 第4図に各地のミカンを示したが、無肥料無農薬栽培のミカンは外皮の艶に乏しく、傷などのついている果実が多かった。また、慣行栽培のミカンに比べて1果平均重は10 ~ 30%軽く中、小粒の果実が多かった。

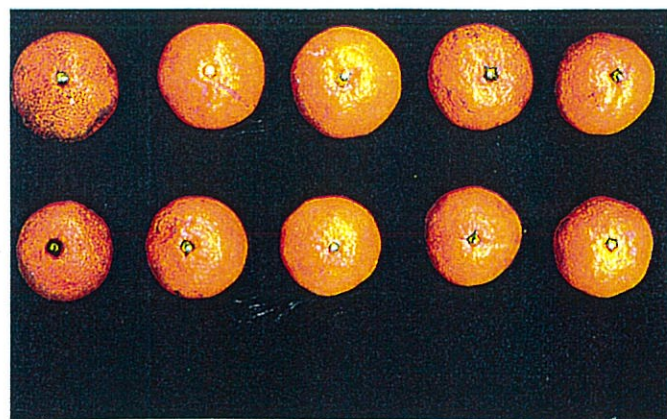
第1表 自然農法と慣行農法での果実の比較

項目 栽培地	1果重(g)	糖度(%)	酸度(%)	糖酸比
A	138.1	10.4	0.81	12.84
B	112.5	10.8	0.77	14.03
C	154.8	10.4	0.33	31.52

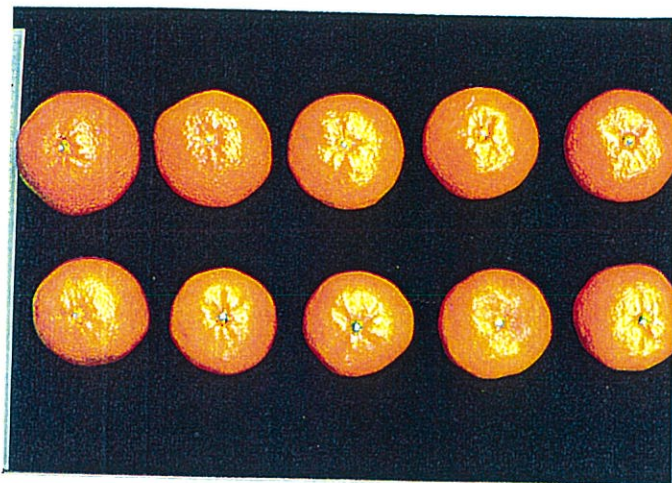
(注)A:九州(自然農法)
B:奈良(自然農法)
C:和歌山(慣行農法)



第1図 無肥料無農薬栽培でのミカン果実
(九州産)



第2図 無肥料無農薬栽培でのミカン果実
(奈良産)



第3図 慣行栽培でのミカン果実
(和歌山産)



第4図 各地のミカン果実

上段:九州産
中段:奈良産
下段:和歌山産

グラジオラス(和名: 唐菖蒲)はアヤメ科の植物で原産地は南アフリカ(90%)と地中海沿岸地方(10%)である。現在わが国で栽培されている球根の大部分は不耐冬性の球茎(茎が肥大した球根)である。そのため春に球根を植え夏から秋にかけて花を観賞するが、一般に長日条件で発育が促進され、短日では不開花になる率が高い。

グラジオラスは植付時期によって多少異なるが、球の植付け後90日前後で開花する。そして開花後、母球上の茎の部分が肥大し始め10～12週間で次年度の母球となる新球が形成される。したがって春に植付けた母球は、新球の下に萎縮して付着し全く勢力を失ってしまう。すなわち、グラジオラスの球根は年々新しいものと更新されるものである。

本報告は1999年8月1日に現地で行った調査結果などであるが、現地での無肥料無農薬栽培は1983年から行っている。今回調査した場所は、近接したA, B, Cの3ヶ所で1997年から栽培を続けている所である。

調査結果は第1表及び第2表に示した。花穂の長さはB地区でのグラジオラスが51cm、1花穂の開花数14花と最も生育が良好であった。また、A地区での開花は花穂長37.8cm、開花数10花と3地区内では最も生育が悪かった。なお、比較対照のため、同種球根をあらかじめ入手し、土質の異なる近畿大学で栽培し、D地区として示したが、花穂の長さも短く、開花数も12花と少なかった。次に開花した花の色をカラーリーダー(測色計)で測定し、その結果を第2表に示したが、A地区の花色が明度、彩度、色相の値が比較的高く、総じて花色が鮮明であった。

次に掘り上げた球根について調べたが、B, C地区の球根が大きく肥大しており、A地区の球根肥大は劣っていた。また、近畿大学で栽培したD地区のグラジオラスは、同じ球根であったのにもかかわらず、非常に球の肥大が悪く、松本市で栽培した球の1/5～1/6の大きさしかなかった(第3表及び第4図～第7図)。

以上の結果から地上部の生育が進めば、開花状態もよくなり、新しく形成される母球も大きく肥大することは明らかであり、同化作用が促進されるような栽培管理が必要のように思われる。また、松本市の栽培地の土質は火山灰土であり、一般にダイコンやゴボウなどの根菜類、ダリアやアマリリスなどの球根類の栽培に適している。火山灰土は表土には多量の有機物を含み、土層が深く通気もよいので土中で根が肥大する根菜類などの優品を産する産地が日本各地に分布している。松本市のグラジオラスもその土質が生育に適しているのではなかろうか。なお、当地で非常に珍しい形態をしたグラジオラスがみられた。第8図に示したが、地上部の茎に球根を形成している。2ヶ所の園芸試験場にも照会したが、原因は不明である。結果的には球根生産の能力が高まることになり、環境要因によるものか、突然変異的なものか調べている。



第1図 近畿大で開花した花



第2図 松本市で開花した花



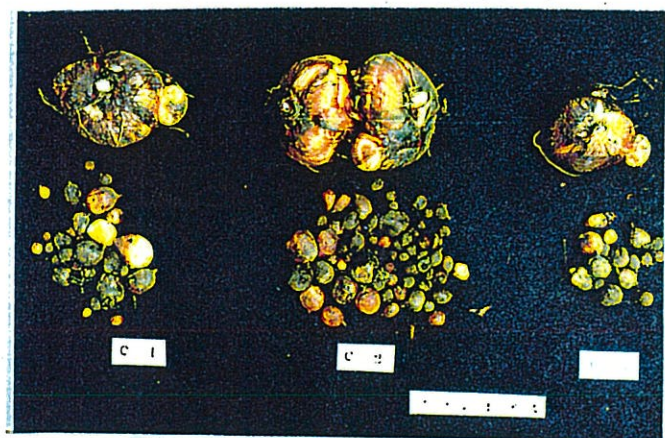
第3図 松本市C地区での開花



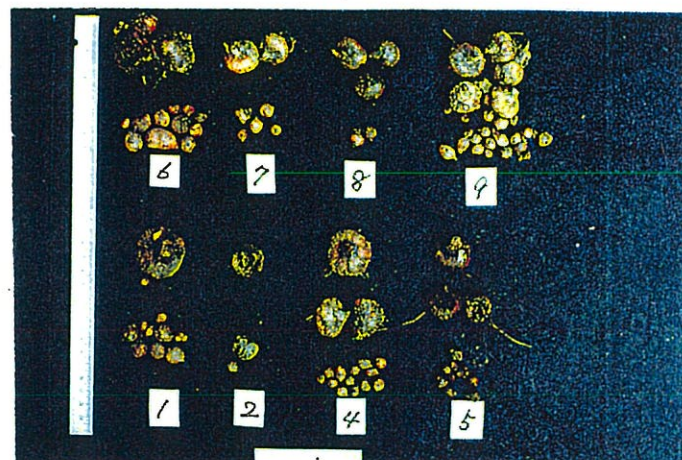
第4図 松本市A地区の球根



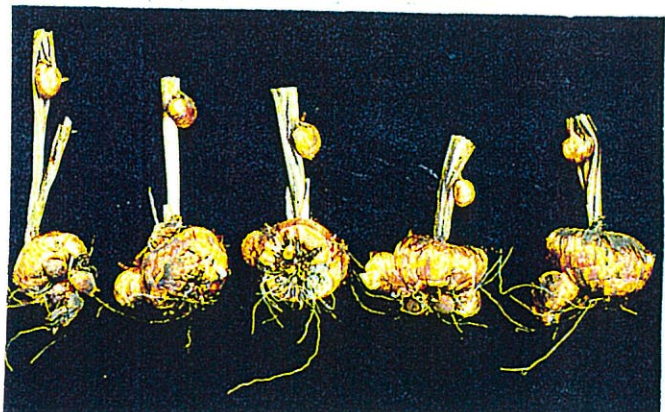
第5図 松本市B地区の球根



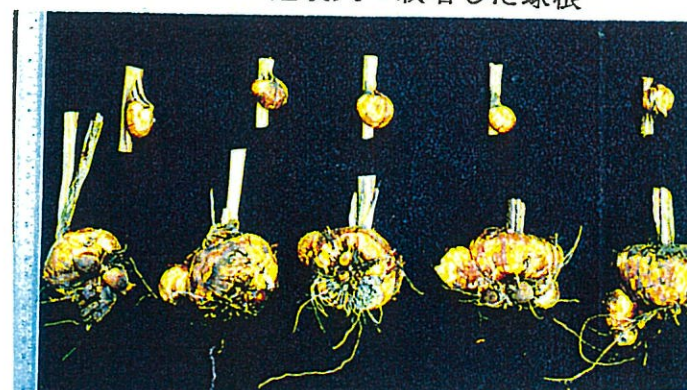
第6図 松本市C地区の球根



第7図 近畿大で栽培した球根



第8図 地上部の茎に形成された球根



第1表 栽培地別にみた花穂長と開花数

調査地 \ 項目	花穂長 (cm)	開花数 (花)
A	37.8	10
B	51.0	14
C	47.0	14
D	44.1	12

(注) A: 梅ノ木畑
B: 学校南
C: 学校南(アスパラガス内)
D: 近畿大学園場

第2表 COLOR READERによる測色結果

調査地 \ 項目	明度 (明るさ)	彩度 (鮮やかさ)	色相 (色合い)
A	46.2	35.3	58.4
B	43.5	32.5	58.2
C	48.6	28.5	54.3
D	46.5	30.2	54.1

(注) A: 梅ノ木畑
B: 学校南
C: 学校南(アスパラガス内)
D: 近畿大学園場

第3表 栽培地別にみたグラジオラス球根の大きさ

栽培地 \ 項目	母球の大きさ			母球重 (g)	子球数 (個)	子球重 (g)
	縦径(cm)	横径(cm)	高さ(cm)			
A	5.4	4.7	3.2	50.6	50.7	26.7
B	6.2	5.1	2.8	61.2	45.7	18.1
C	5.8	5.0	3.2	62.1	35.7	21.1
D	3.1	2.8	1.8	10.5	9.0	4.6

(注) A: 梅ノ木畑
B: 学校南
C: 学校南(アスパラガス内)
D: 近畿大園場

無施肥無農薬栽培におけるトマトの生育と収量・品質について

水谷 信雄

田尻 尚士

本調査は1999年4月から9月までの間、京都・日ノ岡の畑地(ハウス内)で行っている無肥料・無農薬栽培のトマトについて、その生育や収量・品質などを調査したものである。

調査方法と結果の概要

1999年度のトマト(品種: 桃太郎)の定植は4月11日に行われたが、前年の生育結果から、株間の通気性を良くするためと、陽光の取り入れを高める目的で株間を前年より約10cm広げて50cm間隔で植え付けを行った。また、生育の調査は畦の両端と中央から1株ずつ選定した合計3株のトマト株について、約10日の間隔で草丈の伸びと葉の増加数などを調べた。また、収穫した果実は個数や果重、糖度、ビタミン含有量なども調査した。

その結果、第1表及び第1図に示したように定植後70日目の草丈は139cm、葉数は21枚で昨年度70日目の草丈163cm、葉数23枚より生育量は若干少なかったが、その分充実した草姿に生育し、従来なら病害の発生が見られる時期でも病気(えき病、うどん粉病)の発生が非常に少なかった(写真2～4)。

次に、第2表に示したように調査株3株の総収量は37果あり、1株平均で12.3果であった。この結果は1果房3果の結実でも4段果房まで収穫されたことになる。昨年度は2～3段目までしか良品が収穫されなかったのに比べると本年度のトマトの生育がいかに良好であったかを推察できる。

以上の結果から

1)生育を促進させ、病虫害に抵抗性をもたせる強い株を育てるため、栽培にあたっては、通風を計り、枝葉に陽光がよく当たるような株間の維持が必要である。

トマトの葉は強い光が当たるほど光合成がさかんとなり、株も充実するが、株間が狭く密植された状態では光不足となり、光合成能力が低下して軟弱な株となるので密植はできるだけ避けたい。

2)トマトの生育の適温は昼温24～26℃、夜温18℃とされており、30℃を越えると生育が鈍り、病気が多発してくるので、できるだけ慣行栽培より早目に育苗、定植し栽培する。

3)気温が高くなってくると、こまめにハウスの両サイドを開け換気を計る。

4)1株当たりの着果数が多いと果実が肥大しにくいので摘果して、1果房3果までに制限する。

ことなどを行ってほしい。なお、写真5～7にトマトの果実を示したが、これらの果実のビタミン含有量の測定を田尻氏に依頼し2～3の知見を得たので第3表に示した。

第3表 果実中の油性及び水溶性ビタミン含量と物性

項目 収穫時期	Oil-soluble Vitamins			Water-soluble Vitamins(mg)				(トマト) (100g)	
	caroteno	VA(IU)	VE(mg)	VB ₁	VB ₂	Nia	VC	物性 dyn/cm ²	Moisture (%)
7月上旬	346.4	193	0.79	0.042	0.031	0.36	18.1	80.4	96.67
7月中旬	392.1	219	0.81	0.052	0.034	0.56	20.6	85.4	93.65
7月下旬	396.3	221	0.83	0.054	0.036	0.53	22.3	84.3	95.42
8月上旬	395.5	221	0.80	0.052	0.033	0.55	21.9	84.6	95.46
Control	397.0	220	0.8	0.05	0.03	0.5	20.0	85.6	95.50

2、トマト

Oil-soluble vitamin

カロチンは平均387.5ugで-4%、VAは平均213.5IUで-3%、VEは平均0.80mgで±0となり脂溶性ビタミンは減少傾向が認められた。

Water-soluble vitamin

VB₁は平均0.05mgで±0で差がなく、VB₂は平均0.035mgで+11%、Niaは平均0.50mgで±0、VCは平均20.7mgで+3.5%となり、消費者の期待するビタミンCが増加し良好な結果を示した。

物性は平均83.6dyn/cm²で-2.4%となり、表皮及び内果皮がやや弾力性に欠ける状態を数値的に示したが、実質な食味時では差は認められなかった。

水分含有量は平均95.3%で微差の+1.3%となり、食味時では差は認められなかった。

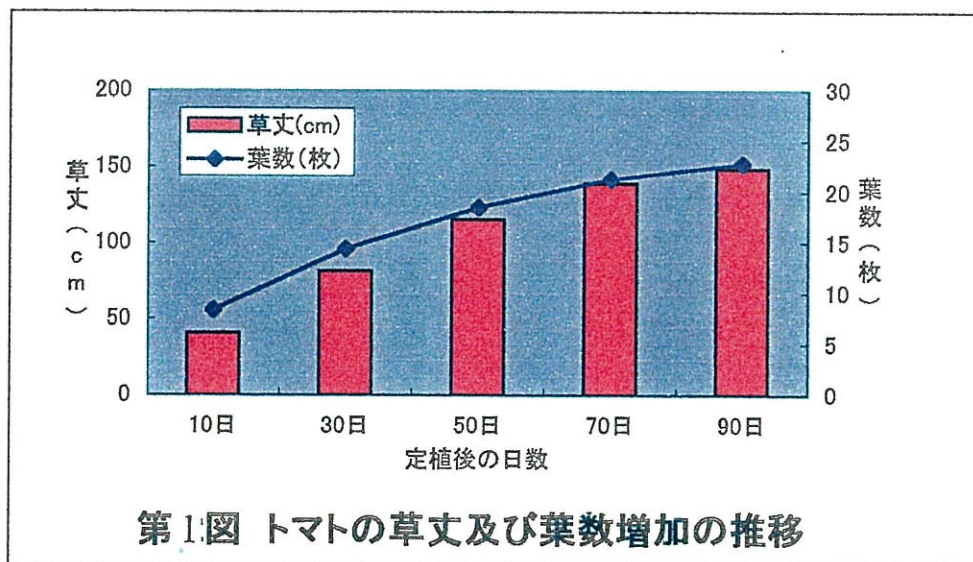
この結果から、無施肥栽培下のトマト果では、脂溶性ビタミン含有量には若干欠けるが、栄養面で消費者に期待される水溶性ビタミン類増加し、食味時の物性感や水分含有量に差が無いことから、通常栽培法に比して全般的に含有成分量が減少する傾向

にあり、栽培時での1個体(1株)当たりの着果数や葉数並びに日照状態等に留意すればこれらの欠点が解決される可能性があることが示唆された。

なお、キュウリ・トマトともに夏季での土中水分の保持が重要であることから、間断灌水の履行が不可欠である。

第 1 表 トマトの草丈及び葉数増加の推移

項目 \ 定植後の日数	10日	30日	50日	70日	90日
草丈(cm)	40.7	81.5	115.5	139.3	148.7
葉数(枚)	8.4	14.4	18.5	21.3	22.8



第2表 トマトの収量及び品質

項目 \ 苗の種類	収穫数(個)	1果平均 果重(g)	1果平均果長(cm)		糖度
			横径	縦径	
接木苗	37	114.6	5.9	5.4	5.0



第2図 定植後30日目



第3図 定植後40日目



第4図 定植後50日目



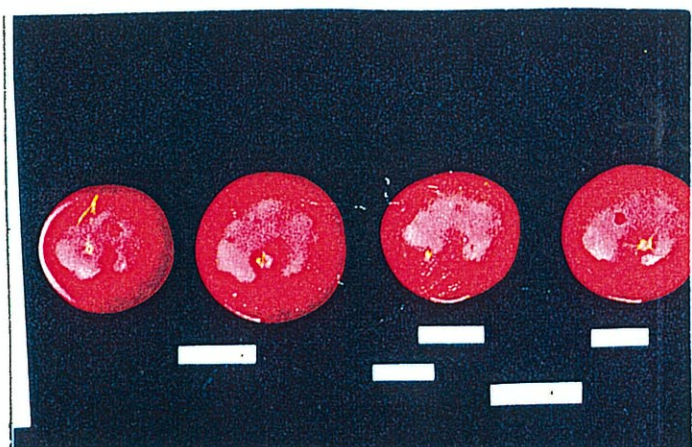
第1図 育苗中のトマト苗



第5図 定植後60日目



第6図 定植後70日目



第7図 収穫果実 左2果：日の岡産 右2果：近畿大産

「キュウリ及びトマト」果実のビタミン含有量と物性並びに水分含有量

果実中の油性及び水溶性ビタミン含量と物性

(キュウリ) (100g)

収穫時期	Oil-soluble Vitamins			Water-soluble Vitamins(mg)				物性	Moisture(x)
	carotene	VA(IU)	VE(mg)	VB ₁	VB ₂	Nia	VC	dyn/cm ²	
5月上旬	163.1	92	0.46	0.051	0.053	0.26	13.6	125.4	95.26
7月上旬	162.1	90	0.49	0.042	0.046	0.21	12.1	121.2	94.87
7月中旬	163.2	91	0.51	0.052	0.056	0.32	13.8	129.4	94.02
7月下旬	164.2	93	0.47	0.050	0.052	0.29	13.3	127.7	95.16
Control	166.0	85	0.4	0.04	0.04	0.2	13.4	148.0	96.50

[註]

Control：四訂食品成分表による含有量（旬の時期による含有平均値）

Carotene：ビタミンA効果を有するものでプロビタミンAと称され、食品中にはβ-カロチンが多く、単位はμgで表示される。

VA：物質の正式名はレチノールと称され、生理作用を表すときにはVAと称され、単位はIU（国際単位）で表示される。

ビタミンA効果：IUで表示され、レチノールの含有量を0.3で除して算出される。

VA効力値（IU）とされ、一般にβ-カロチンの生物学的効果は1/3とされる。

[結果と考察]

1、キュウリ

Oil-soluble vitamin（脂溶性ビタミン）

カロチン含量は、平均163.17μgでControlに比して（以下同様に比較）-1.8%低く、VAは平均91.5IUで-8%、VEは平均0.48mgで+20%と顕著に増加した。

Water-soluble vitamin（水溶性ビタミン）

VB₁は平均0.48mgで+22%、VB₂は平均0.05mgで+30%、Niaは平均0.27mgで+35%と顕著に増加した。一方、VCは平均13.2mgで-1.5%と減少した。

物性（食味時での歯当たり感や歯切れ感および咀嚼感）は、-14%低く、数値的にはキュウリ特有の表皮の歯切れ感が極めて僅かに劣ることが示唆された。

水分含有量は、僅かに含有量が低下し-2%となるが、肉眼的にはControlと差は認められなかった。

この結果から、無施肥栽培下のキュウリ果は、化学肥料施肥などの通常栽培下のキュウリに比して、1個体（1株）当たりの着果数などが少ないこと及び水分低下現象などにより、一種の成分含有量が濃縮状態となり、果実がやや小振りであることや日照状態の良化などにより、VE、VB類が増加傾向を示し、一方、VCの減少はキュウリ個体の葉数の減少に影響されたものと推察される。

-MEMO-

果実中の油性及び水溶性ビタミン含量と物性

項目 収穫時期	Oil-soluble Vitamins			Water-soluble Vitamins(mg)				(トマト) (100g)	
	caroteno	VA(IU)	VE(mg)	VB ₁	VB ₂	Nia	VC	物性 dyn/cm ²	Moisture (%)
7月上旬	346.4	193	0.79	0.042	0.031	0.36	18.1	80.4	96.67
7月中旬	392.1	219	0.81	0.052	0.034	0.56	20.6	85.4	93.65
7月下旬	396.3	221	0.83	0.054	0.036	0.53	22.3	84.3	95.42
8月上旬	395.5	221	0.80	0.052	0.033	0.55	21.9	84.6	95.46
Control	397.0	220	0.8	0.05	0.03	0.5	20.0	85.6	95.50

2、トマト

Oil-soluble vitamin

カロチンは平均387.5ugで-4%、VAは平均213.5IUで-3%、VEは平均0.80mgで±0となり脂溶性ビタミンは減少傾向が認められた。

Water-soluble vitamin

VB₁は平均0.05mgで±0で差がなく、VB₂は平均0.035mgで+11%、Niaは平均0.50mgで±0、VCは平均20.7mgで+3.5%となり、消費者の期待するビタミンCが増加し良好な結果を示した。

物性は平均83.6dyn/cm²で-2.4%となり、表皮及び内果皮がやや弾力性に欠ける状態を数値的に示したが、実質な食味時では差は認められなかった。

水分含有量は平均95.3%で微差の+1.3%となり、食味時では差は認められなかった。

この結果から、無施肥栽培下のトマト果では、脂溶性ビタミン含有量には若干欠けるが、栄養面で消費者に期待される水溶性ビタミン類増加し、食味時の物性感や水分含有量に差が無いことから、通常栽培法に比して全般的に含有成分量が減少する傾向

にあり、栽培時での1個体(1株)当たりの着果数や葉数並びに日照状態等に留意すればこれらの欠点が解決される可能性があることが示唆された。

なお、キュウリ・トマトともに夏季での土中水分の保持が重要であることから、間断灌水の履行が不可欠である。

-MEMO-

無施肥無農薬栽培土壌の特質

近畿大学農学部 農芸化学科農薬化学研究室 森本正則

無施肥無農薬栽培法を行っている農耕地の土壌の特質を明確にし、作物の生理作用にどのように土壌特性が関与しているのかを解明することを目的とする。近年、大量の農業薬剤の投入による農耕地の地力低下、残留薬剤による人畜への影響が懸念されている。その様な中で堆肥などの有機質資材を利用した農法が脚光を浴びるようになってきた。しかし、現在の農作物の品質、供給量を維持するためには広義での農薬使用が必要であることも事実である。この様な様々な問題を抱える近代農法において標題の農法は自然農法であると位置づけることができる。今回は堆肥施用土壌と比較しながらその土壌特質の一端を提示し、これらの知見が作物生産計画における一つの指針となれば幸いである。

〔方法〕

（1）土壌微生物相について

衛生試験用に開発された 3M 社製ペトリフィルムを用いて土壌菌数測定を行った。各圃場にて採取した生土は乾燥させずに 10 倍量の生理食塩水（0.8% 食塩水）にて抽出を行い、10 倍段階希釈によって、それぞれの濃度の糸状菌*（カビ）と細菌**（バクテリア）の数を計測した。一般的に健全な土壌は糸状菌（カビ）の数が低く抑えられている傾向があり、その様な土壌では細菌（バクテリア）の数が多いたことが示される。また、土壌環境中の微生物相の多様性（種類の多さ）はその土壌の健全さを示し、植物病が蔓延している農耕地においては糸状菌の数の増加または細菌（バクテリア）数の減少が認められる。この様なことから細菌（バクテリア）数を糸状菌（カビ）数で割ったものを BF 値（Bacteria / Fungi）として用いその土壌を特徴づける試みがなされている。この値が高いほど健全な土壌であることが多い。

*糸状菌：パンや餅に生えるカビがその代表的なもので麴カビなどは酒造りに利用される。植物に害を及ぼすものも多い。菌糸（つる性植物つるの様なもの）を網目状にのばすので糸状菌とよばれる。キノコもこの形態に近い。

**細菌：大腸菌などがこれにあたり土壌中にはたくさんの種類がいる。ナス科の青がれ病菌などのように、中には植物に害を及ぼすものもあるが密度的に低く抑えられているので通常は問題にはならない。むしろ植物に対してプラスに働くものが多いことが最近報告されている。

（２）土壌の持つリン酸可溶化能の評価

各圃場の生土は 2 mm のふるいを通したものを評価試験用サンプルとした。それらは菌などの生体作用を止めるためにトルエンを加え、さらに酸性（pH 4.9）、中性（pH 6.5）、塩基性（pH 9.1）に調製したトリスマレイン酸緩衝液にて懸濁後、基質としてリン酸エステル化合物（不溶性リン酸化合物モデル）を規定量添加し 30 度で 1 時間反応させた。その後、遊離してくるニトロフェノールの黄色を分光高度計によって定量し、それぞれの土壌のリン酸可溶化能として評価した。

〔結果〕

（１）土壌微生物相について

各圃場の BF 値は表に示すとおりであり、野洲のスイカ圃場、山科のコイモ圃場の両土壌を除いて高い数字を示した。しかし、山科のコイモ圃場は細菌数が多いことから糸状菌の密度の高さをカバーできるように思われた。その他の BF 値はコンポストを重量比で 30% 程度混和した真砂土にて栽培したハウレンソウよりもはるかに高い数値を示し、土壌的に非常に健康（カビの少ない）な土壌であることがうかがえた。また細菌数の増加は土壌微生物相の多様性を示していると考えられ、コンポスト（堆肥）等の施用によって同様な効果を得られることが知られる。無施肥無農薬栽培によって有機質資材を投入することによって得られる微生物相の多様化が達成され、作物の生育にプラスに働いていると推察された。さらに電子顕微鏡を用いた土壌表面の観察から、表面上にでこぼこが多く、細菌などが十分生育するのに必要な環境が整っていることがうかがえた。

（２）土壌の持つリン酸可溶化能の評価

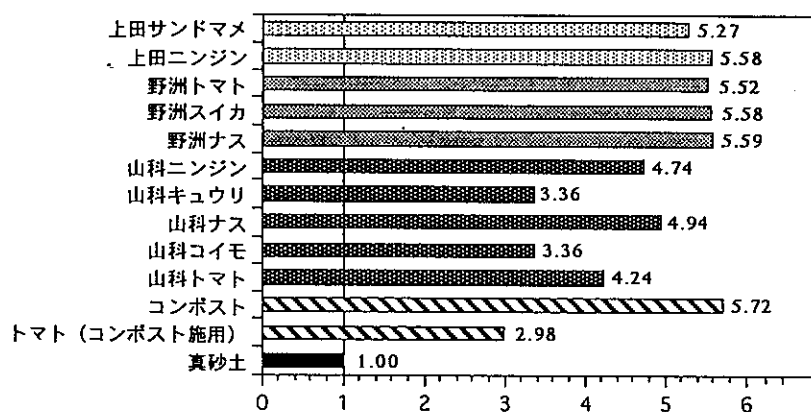
各圃場のリン酸可溶化能力の検定では地区によって傾向が認められ、上田、野洲において高い加水分解活性を示した。山科地区においては平均して真砂土の 4 倍程度の活性を示し、コンポスト施用よりも高い活性であった。これらの活性は小動物や植物の残査、微生物に由来すると考えられている。今回示してある図は中性（pH 6.5）領域での活性の検討結果であり、酸性や塩基性で高いリン酸エステル加水分解活性を示す土壌は認められなかった。また、本活性は不溶化したリン酸を利用する能力を検定するものであり、土壌中のリン酸量を表現するものではない。

今後の検討課題

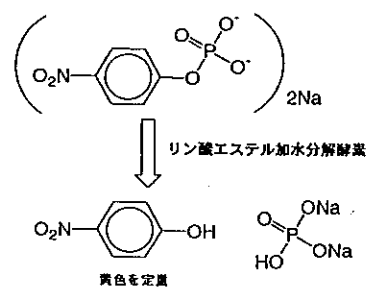
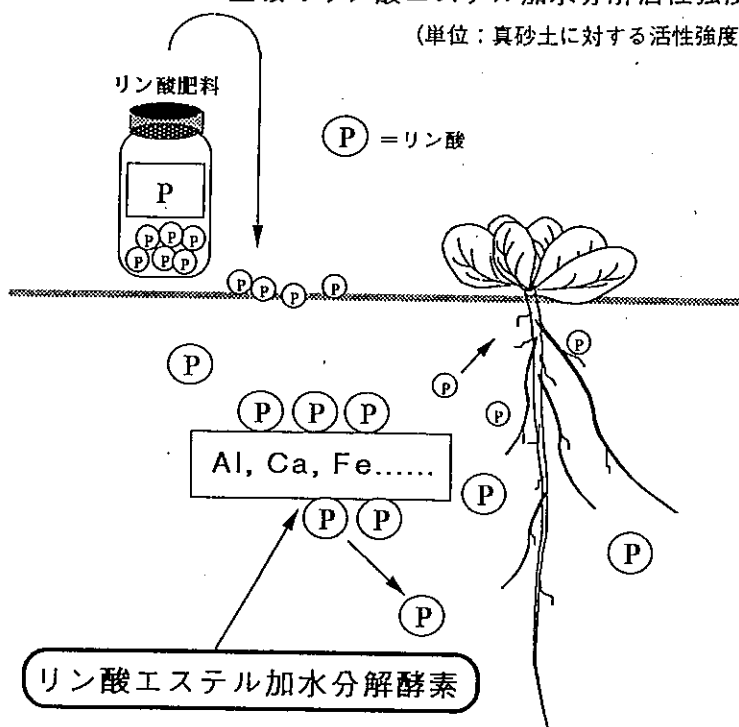
より詳細な微生物相の検討を行うために、土壌微生物の種類別検出が必要である。また、金属等の微量元素などと栄養成分吸収の関係についての検討が望まれる。さらに、窒素源がどこに由来するのかを明確にすることが今後の本農法における農業体系の効率化に貢献するのではないかと考えられる。

表 各地区の細菌数と BF 値（好気性細菌：糸状菌）

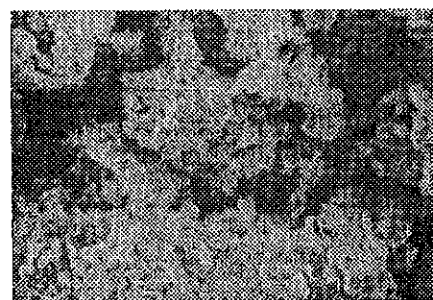
地区	作物	細菌数 (6 倍希釈)	BF 値
野洲	ナス	7	>50000
	スイカ	14	1100
	トマト	6	>50000
山科	トマト	626	>50000
	コイモ	109	218
	ナス	105	10500
上田	ニンジン	1	12000
コンポスト施用	ハウレンソウ	-----	3450



土壌のリン酸エステル加水分解活性強度
(単位：真砂土に対する活性強度比)



2mm 振るい後土壌サンプル
 toluene 添加
 tris-マレイン酸緩衝液
 基質添加
 30℃ 1hr 反応
 400nm の吸収を測定 ← 土壌中のエステラーゼ活性評価



山科土壌 x 1000



真砂土 x 1000