

# NPO無施肥無農薬栽培調査研究会・平成13年度研究報告会

開催日時：平成14年3月16日（土） 13:30～

会 場：無施肥無農薬栽培調査研究会 会議室

---

## 表題・報告者

---

1. 長期無施肥無農薬栽培の平成13年度産米と無施肥栽培開始初年度の  
産米の品質について ..... 奥 村 俊 勝
2. 生育期間中のSPAD値の変化による長期無施肥栽培稲の識別法の確立  
(平成13年度) ..... 竹 内 史 郎
3. 無施肥無農薬栽培と慣行栽培における果菜類の生育と気孔との関わ  
りについて ..... 水 谷 信 雄・田 尻 尚 士
4. 無施肥無農薬栽培による温州ミカンの品質について ..... 水 谷 信 雄
5. 黒大豆無施肥栽培の結実状況と収量および含有成分に及ぼ影響 ..... 田 尻 尚 士
6. 無施肥無農薬水田における雑草調査 ..... 芦 田 馨
7. 無施肥無農薬栽培水稻および野菜のミネラル分析と水田土壤分析 ..... 森 本 正 則

平成14年3月16日

## 長期無施肥無農薬栽培の平成13年度産米と無施肥栽培開始初年度の産米の品質について

報告者 奥村俊勝

(1) 無施肥無農薬栽培が約50年間継続されている栗東町所在の水田(RB田)の生産力の推移

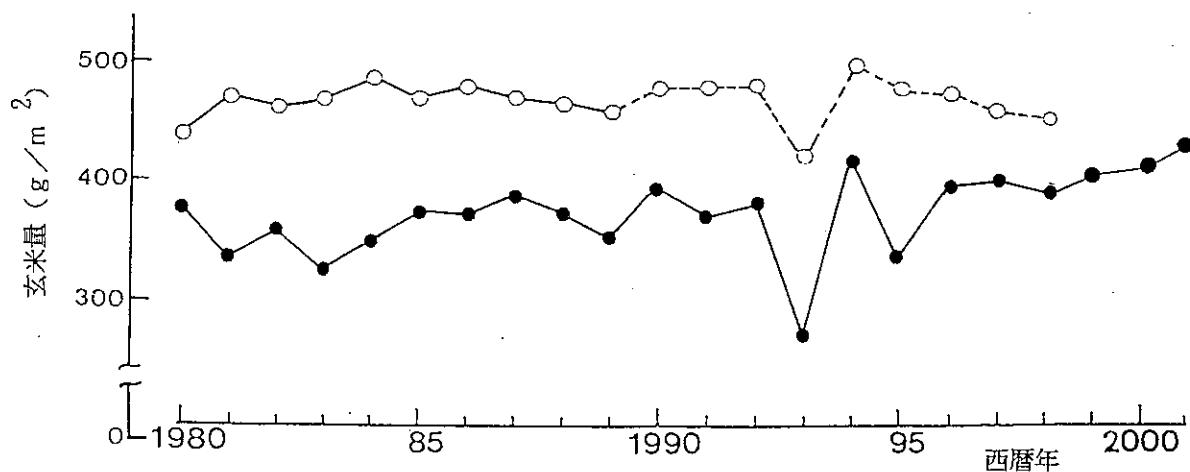


図1. 1980年～2001年の栗東町の無施肥田と施肥田における玄米収量の推移

●—；無施肥田（ベニアサヒ 坪刈実測値）  
○---；施肥田（品種不明 農水省のデータ）

図1は、RB田における1980年から2001年までの玄米収量の経年的推移を示す。このRB田の収量性と対比するために、農水省近畿農政局集計の栗東町全域の施肥田平均収量の推移（1998年まで）も同様に示している。

RB田のこの間（1993年を除く）の経的な年間増収量は統計的に有意な約3.5Kg/10a/年を示した。一方、施肥田平均収量のこの間（1993年を除く）の経的な年間増収量は統計的には有意でないが、約2.2Kg/10a/年を示した。

1998年以降のRB田での生産力の上昇は、約3.5Kg/10a/年よりも著しく大きくなつて、2001年には450Kg/10a超を示すようになっている。この値は近隣施肥田の収量の約95%に該当するものと考えられる。

(2) 近畿大学農学部の実験圃水田（奈良市）における無施肥栽培、稻葉還元栽培および化学肥料施肥栽培での水稻葉色（S P A D 値）の時期的推移パターンの比較

図2は、近畿大学農学部の実験田において平成13年度に実施された稻葉還元栽培法に関する実験で得られた結果を整理した水稻葉色（S P A D 値）の時期的推移パターンのデータの一部を示す。比較対象の4試験区は、ともにコシヒカリが無農薬で過去10年間毎年栽培され、それぞれの区には、毎年同じ施肥処理区が設定されている。

(1)

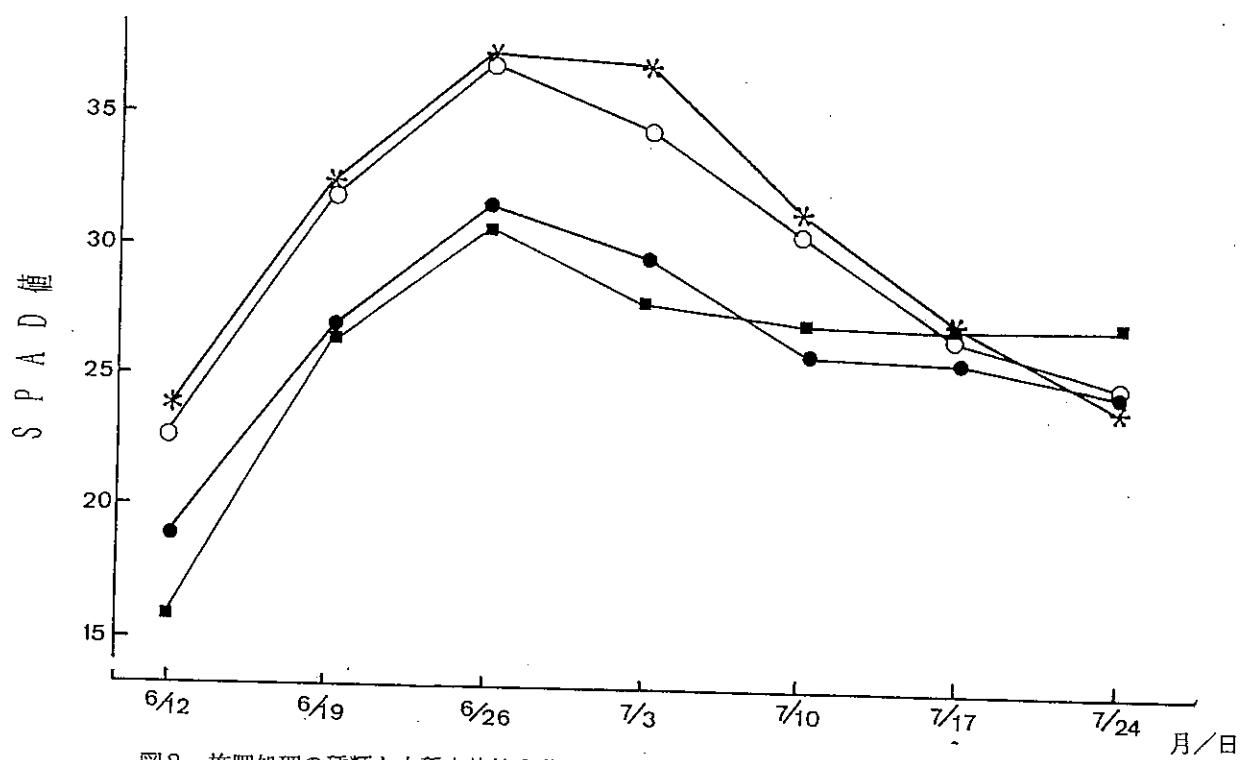


図2 施肥処理の種類と水稻上位第3葉のS P A D値の時期的推移パターンとの関係

●—○—; 無施肥区、 ■—■—; 稲わら還元区、  
○—○—; 稲わら+化学肥料併用区、 \*—\*—; 化学肥料施用区

#### 施肥処理（設定された試験区）：

無施肥区；前年の秋に区内に取り残された稲の切り株のみが還元される。

稻わら還元区；2cm長の切断稻わら片400g/m<sup>2</sup>を苗移植前にすき込み還元する。

稻わら還元+化学肥料併用区（以下併用区）；稻わら還元区と同量の稻わら+化学肥料（成分 g/m<sup>2</sup> N；4, P；10, K；6）を基肥施用とする。

化学肥施用区；化学肥料（成分 g/m<sup>2</sup> N；4, P；10, K；6）を基肥に、さらに、（成分 g/m<sup>2</sup> N；5, K；4）を穗肥（7/1）+実肥（8/5）に施用とする。

施用した単肥は、N；硫安、P；過リン酸石灰、K；塩加である。

稻わらの全N含有量は、1g N/100g乾物として計算した。

4区ともに移植日は6月1日、出穂日は7月27日である。

化学肥料が与えられない2つの試験区と与えられた2つの試験区の推移パターンにおける差異は明らかであった。つまり、化学肥料が与えられた区は、生育初期から生育中期にかけて与えられない区よりもS P A D値がかなり高く推移したが、その時期以降に急激な低下が生じて生育後期には4試験区がほぼ同程度の値を示した。また、化学肥施用区の追肥のS P A D値変化に及ぼす効果は、穗肥のみ少し発現したが、実肥の効果はこのデータ上では測定日の関係で見ることが出来ない。

化学肥料が与えられない2つの試験区間の比較では、稲わら還元区は、生育初期から中期には無施肥区よりもSPAD値が低く、とくに田植え後2週間以内では著しく低かった。しかし、生育中期～後期における低下が見られず、むしろこの間はやや上昇ぎみで推移した。なお、この2つの試験区は、生育全般の変動幅が化学肥料を与えた2試験区よりも著しく狭い推移パターンを示した。このことから、稲わら還元区においては、稲わら投入による土壤中の無機態N量の時期的変動がSPAD値の時期的推移に大きな影響を及ぼしたと言える。つまり、生育初期には窒素飢餓の状態に置かれているが、生育中・後期には、稲わら分解から供給される無機態Nが比較的多くなったことが窺えた。

表1. 4つの試験区における収量と収量構成要素および玄米の品質

区	玄米収量	1株穂数	1穂粒数	稔実歩合	玄米1000粒重	タンパク	食味値
無施肥区	156.7g/m <sup>2</sup>	6.7本	64.4粒	89.4 %	19.19g	6.5%	83
稲わら還元区	185.7	7.8	65.5	92.8	19.76	6.7	80
併用区	347.0	11.6	63.4	91.5	21.68	7.9	73
化学肥施用区	313.8	11.9	63.3	91.0	21.44	7.8	73

表1は、上記の実験での各試験区の玄米収量と収量構成要素をSPAD値の変化と玄米収量性との関係を探るための参考データとして示した。

玄米収量は無施肥区＜稲わら還元区および化学肥施用区＜併用区となり、稲わら施用の効果は生育中・後期に発現することが認められた。稲わら施用効果について、とくに無施肥区と稲わら還元区とを比較すると、稲わら還元区は、水稻の生育中・後期の間に決定される収量構成4要素の全てが比較的に高くなっている。これはその時期の稲わら分解で放出された土壤の無機態N量が多くなったことを示し、食味値もやや低くなった。また、併用区と化学肥施用区とを比較すると、化学肥施用区は、基肥と追肥から供給される無機態Nの直接的な影響を受けて、1株穂数を多くしたが、出穂後の光合成量に支配される稔実歩合と玄米1000粒重は低くなかった。一方、併用区では、生育前期において軽度のN飢餓が生じたが、中・後期には併用された稲わら分解からの供給窒素量が比較的多くなって、生育後期の光合能力を高く維持し、稔実歩合と玄米1000粒重を高くして玄米生産量を4区中で最大にしたが、タンパク%を高めて食味値を低くしたものと考えられる。

### (3) 平成13年度産の無施肥無農薬栽培米の品質ーとくにコシヒカリの食味についてー

表2は、平成13年度に無施肥無農薬栽培によって生産された米粒と対象の有肥米の一部の品質を示す。タンパク%、食味（スコアー値）および水分%は食味分析計（GS-2000）で調べた。食味値（スコアー値）が高いほど美味しいコメとされていて、基準値は日本晴で70が普通の食味である。

平成13年度産無施肥粗玄米の食味は全般的に例年より劣る傾向が見られ、とくに栽培初年度のコシヒカリはタンパク%が高くなって、食味はかなり悪くなかった。その原因是、青米等の成熟不良米の含有量が比較的多いためであると考えた。つまり、有肥栽培から無施肥栽培に切り替わった場合、有肥栽培時に水田内に取り残された切り株が（2）で考察したように、コシヒカリの生育後期に分解されて、この時期の土壤中の無機態N量を高め、それが稻体に吸収されて、稻の登熟を遅らせ青米等の成熟不良米を多くし、かつ、米粒の窒素含有量（タンパク%）を高めたものと思われる。

表2 無施肥無農薬栽培の2001年度産米の品質

番号	生産水田地	栽培品種	継続年数	粗玄米		精玄米		
				タンパク	食味	タンパク	食味	1000粒重
1 栗東町	ベニアサヒ	5.1	6.9(%)	7.8				23.68(g)
3-2 野洲町	ベニアサヒ	7	7.4	7.6				34.19
4 山科区	ベニアサヒ	3.7	6.9	7.7	6.4	8.3	23.24	113.4
5 山科区	農林16号	3.7	6.6	8.0				24.46
8 今庄町	コシヒカリ	1.5	7.8	6.9				20.99
9 武生市	コシヒカリ	5	6.9	7.9	6.8	8.2	20.75	20.0
12 京田辺市	ベニアサヒ	4	7.0	7.7				23.42
13 綾部市	コシヒカリ	4	7.6	7.4	7.7	7.4	21.79	44.0
18 亀岡市	ベニアサヒ	9	6.9	7.9				23.26
19 上田市	コシヒカリ	2	6.2	8.3	6.3	8.5	21.59	27.9
20 能登川町	コシヒカリ	1	8.1	7.0	7.9	7.4	21.95	81.0
21 安土町	コシヒカリ	1	8.2	6.8	7.9	7.3	21.77	86.3
(1) 栗東有肥	日本晴	?	8.5	7.1	8.4	7.2	21.90	58.3
(2) 近大無肥	コシヒカリ	1.1	6.5	8.3	6.4	8.5	19.85	54.1
(3) 近大有肥	コシヒカリ	1.1	7.8	7.3	7.8	7.3	21.69	65.9

表2の続き

番号	精白米			
	搗精歩合#	水分	タンパク (増減)**	食味 (増減)***
1	92.5(%)	15.2(%)	6.5(-0.4)	7.2(-6)
3-2	91.9	14.4	6.4(-1.0)	7.3(-3)
4	93.6	14.0	6.5(+0.1)	7.0(-13)
5	91.9	14.8	6.3(-0.3)	7.3(-7)
8	90.0	15.5	6.2(-1.6)	7.4(+5)
9	91.4	14.3	6.8(0.0)	7.2(-10)
12	91.4	15.0	5.8(-1.2)	7.7(0)
13	92.5	14.7	6.9(-0.8)	6.8(-6)
18	92.2	15.0	5.8(-1.1)	7.6(-3)
19	92.1	14.9	5.3(-1.0)	8.2(-3)
20	92.9	14.4	7.5(-0.4)	6.5(-9)
21	92.3	14.6	7.6(-0.3)	6.4(-9)
(1)	92.3	13.3	8.0(-0.4)	6.0(-12)
(2)	91.0	13.6	6.1(-0.3)	7.6(-9)
(3)	90.9	13.7	7.5(-0.5)	6.7(-6)

(4)

\* ; 粗玄米1000粒中に含まれる  
青米死米粒数を示す。

\*\* ; 番号が1, 3-2, 5, 8, 12, 18のもの  
は粗玄米のタンパク含有量から  
の増減量を示す。その他の番号  
のものは精玄米からの増減量を  
示す。

\*\*\* ; 番号が1, 3-2, 5, 8, 12, 18のもの  
は粗玄米の食味スコア値から  
の増減量を示す。その他の番号  
のものは精玄米からの増減量を  
示す。

# ; 精白米／精玄米×100%で示す。

# 生育期間中のSPAD値の変化による長期無施肥栽培稲の 識別法の確立（平成13年度）

報告者 竹内史郎

長期無施肥無農薬栽培法は、長らく一部の人々が行ってきた特殊な栽培法であったが、最近、専業農家で取り入れる事例が逐次出てくるようになった。この事実をまず消費側からみると、多肥多農薬栽培農産物についての残留農薬不安と無施肥無農薬農産物の良好な食味が、やや高額な支出というマイナスを凌駕して需要が伸びているからである。次に生産側からみると、生産物の減収は肥料や農薬とそれらの施用に必要な生産費が節減され、やや高額な単価で出荷できることによって補償される可能性が高いことが主な理由であろう。このような動向がもし一層進むと、「有機栽培」で過去に問題になった「偽表示」や公的認定機関による「認証」などと同様な困難なことが発生する可能性がある。

本研究は、生育中の水稻体に損傷を与えることなく測定できるSPAD値によって葉の「緑色度」の変化を読み取って、無施肥栽培法を識別する方法を確立することを目的にするもので、本年度の実験と現地調査の結果を報告する。

## 1 方 法

### 1) 実 験（近畿大学農学部）（担当学生：伊藤佐智子）

平成13年 6月 7日の移植から同年10月11日の収穫までの本田期間中、水稻品種ヒノヒカリを用いて1/2000アールポットで 2株 1本植えで栽培した。

#### 試験区 無施肥区；施肥を全く行わない

化学肥料区；1pot当たり硫安 4.5g, 過石 6.0g, 塩加 2.0g

有機肥料区；汚泥コンポスト（ゆうき百倍）1pot当たり 200g（基肥のみ）

施肥法(g/pot)	化学肥料区			有機肥料区		
	N	P	K	N	P	K
基 肥	0.5	1.0	0.5	1.0	2.2	1.2
つなぎ肥	0.1	—	—	—	—	—
穗 肥	0.3	—	0.5	—	—	—
計	0.9	1.0	1.0	1.0	2.2	1.2

(3要素成分量)

供試土壤 本実験は昨年度を初年次とする第2年次の同一実験で、上記の試験区もポット内の土壌も全く同じである。したがって、無施肥区の土壌は昨年に比べ残効養分は極端に減少している。試験規模は各区10ポット、20個体である

調査項目 每週定期法による生育調査のほか、主稈および低位優勢分けつ各1本の上位3葉のSPAD値を測定した。また、収穫後に収穫物調査も行った。

## 2) 現地調査（調査担当：黎明教会）

継続調査を行っている京都、滋賀、福井の府県に所在する計17筆の無施肥田と、それぞれに対応する対照普通施肥田について、生育期間中5~8回、各水田任意の2箇所で連続10株の完全展開葉のSPAD値を測定した。

## 2 結 果

### 1) 実 験

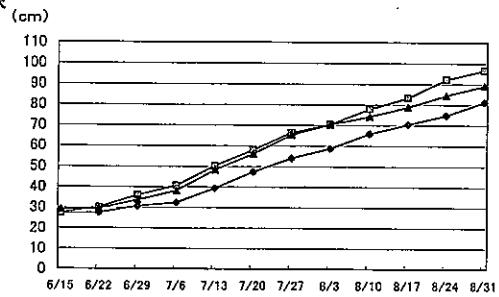


図1. 草丈の推移

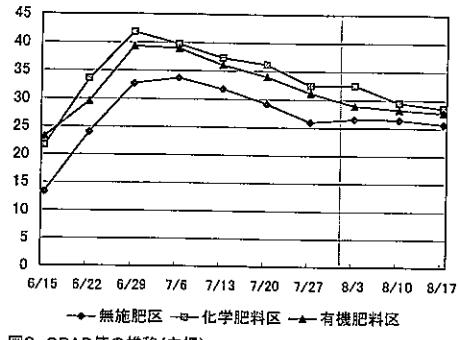


図3. SPAD値の推移(主稈)

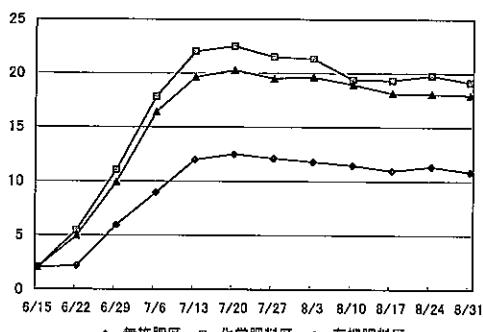


図2. 茎数の推移

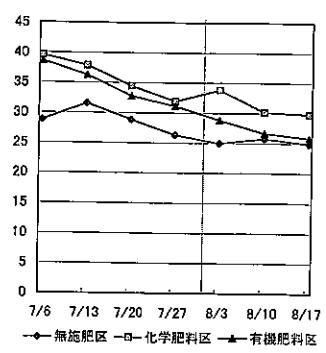


図4. SPAD値(分けつ)

上の各図に示すように、無施肥区では有肥区に比べ生育が劣り、SPAD値も終始低く推移した。また、SPAD値の低下率を比較すると無施肥区が有肥区に比べ低かった（下表）。

SPAD値の低下率の区間比較

	主稈			分けつ		
	無施肥	化学肥料	有機肥料	無施肥	化学肥料	有機肥料
最高値	33.71	41.81	38.96	31.52	39.56	38.56
最低値	25.66	28.5	27.69	24.87	29.72	25.83
最高値-最低値	8.05	13.31	11.27	6.65	9.84	12.73
減少率(%)	23.88	31.83	28.93	21.09	24.87	33.01

収穫物調査の結果は次の諸表に示すとおりであった。収量は無施肥区が極端に劣り、その原因是穗数の不足、すなわち分けつ数が少ないとあった。

収量調査結果の区間比較

	1株穂重(g)	1株玄米重(g)	玄米千粒重(g)	糊摺り歩合(%)	糊わら比(%)
無施肥	13.23	106.70	20.16	81	80
化学肥料	26.55	218.33	21.20	82	76
有機肥料	24.48	200.52	20.79	82	89

### 収穫物調査結果の区間比較

	穂長(cm)	稈長(cm)	1次枝梗数	2次枝梗数
無施肥	16.84a	52.58a	8.37a	9.29a
化学肥料	17.72b	60.28b	8.46a	10.23a
有機肥料	16.26a	57.44c	8.15a	8.05b

1穂穂実数	1穂粒数	穂実歩合(%)	1穂重(g)	1株わら重(g)	1株穂数
65.87ab	69.99a	94	1.72	16.58a	10.40a
69.49a	74.56a	93	1.79	35.01b	18.70b
62.11b	64.90b	96	1.60	27.49c	17.50b

粒質については、右表のように無施肥区は大粒が少なく、中粒と小粒が多かった。

(%)	大粒	中粒	小粒
無施肥	51.17	29.76	19.07
化学肥料	60.56	27.56	11.88
有機肥料	65.09	23.21	11.70

大粒;2.1mm以上  
中粒;2.0~2.1mm  
小粒;2.0mm未満

食味調査の結果は下表に示すよう

に、玄米でみると無施肥区が最も優れ化学肥料区が劣って、予想通りの結果になった。なお、精白すると食味スコアの区間差は少なくなった。食味スコアはタンパク含有率の差によるところが大きいと思われる。

玄米の食味調査結果の一覧表

区分	水分(%)	タンパク(%)	アミロース(%)	脂肪酸度(mgKOH/100g)	老化性	スコア(点)
無施肥	12.1	6.4	21.8	10	78	84
化学肥料	12.2	7.5	21.9	8	82	72
有機肥料	12.3	6.7	21.8	8	80	80

### 2)現地調査

個々の調査田のSPAD値の図示は省略し、生育期間中の最高値と最低値を無施肥無農薬栽培の継続年数により区分して示し、それぞれのSPAD値の低下率を求めた（次表）。

### 3まとめ

- 生育期間中のSPAD値の変動幅は、実験および現地調査の場合とも無施肥無農薬栽培が対照施肥区より少なく、また測定値は実験では常に低く、現地調査では無施肥田が僅かに高い測定事例もかなりみられた。
- 実験に供試した土壌は、3試験区とも第2年次であり、無施肥区の残効養分量はかなり減少していて、生育とくに分けつ増加が遅れ、穂数も有肥区に比べ約半数にとどまった。また、SPAD値も有肥区との差が昨年より大きかった。
- 収穫物について、まず粒質は無施肥区では大粒が有肥区より大幅に少なく、中、小粒は多かった。これは、分けつ増加が遅れ1株穂数は少なくなるが、1穂の大きさ、すなわち、1穂粒数は有肥区と大差なく、登熟期の1茎の光合能力（ソース）が、その茎の穂のすべての粒の容量（シンク）を十分満たすのに不足していたためであろうと考えた。無施肥区の土壌は限られたポット中の無施肥栽培2年次の土であって残効養分が少なく、その上、水道水で灌漑したために、水稻体は健全であっても生育後期のソースの不足を来たのであろう。この点は生産水田の場合とは異なる可能性がある。
- 次に、米粒の食味については無施肥区は有肥区とくに化学肥料区に比べ優れたスコアが得られた。これは予想どおりの結果であって、穗肥追肥を与える化学肥料区では登熟期のソースの力は高まるが、玄米、とくに糠層へのタンパクの蓄積が多くなって食味スコアを低下させるのが一般的な傾向である。
- SPAD値の現地調査の結果を無施肥無農薬栽培の継続年数によって区分して整理すると、生育期間中の最高値と最低値のうち、最低値が年数の増加とともに上昇してSPAD値の低下率が減少する傾向が、とくに10年以上の水田で認められた。しかし、継続年数の少ない水田では例外もあり、この段階では単独での断定要因とは言い難い。

生育期間中のSPAD値の最高値と最低値ならびに低下率の無施肥無農薬栽培継続年数別区分による比較（1～5表）

1) 継続年数30年以上

年 数	51年	37年	37年	30年	平均	
最高値(a)	39.35	36.70	36.10	38.10	37.56	
最低値(b)	29.95	33.00	29.75	28.45	30.29	
差(a-b)	9.40	3.70	6.35	9.65	7.27	
低下率(a-b/a)	23.88	10.08	17.59	25.33	19.22	

2) 同10～20年

	年 数	15年	12年	平均
最高値(a)		30.95	34.55	32.75
最低値(b)		25.25	21.25	23.25
差(a-b)		5.70	13.30	9.50
低下率(a-b/a)		18.42	38.49	28.46

3) 同5～9年

年 数	9年	7年	5年	平均	
最高値(a)	35.35	36.40	33.55	35.10	
最低値(b)	25.20	27.65	14.75	22.53	
差(a-b)	10.15	8.75	18.86	12.57	
低下率(a-b/a)	28.71	24.04	56.04	35.80	

	年 数	4年	4年	4年	4年	1年	1年	平均
最高値(a)		35.20	40.20	38.00	39.45	38.10	36.80	33.55
最低値(b)		16.45	26.70	24.65	28.95	24.65	23.80	23.80
差(a-b)		18.75	13.50	13.35	10.50	13.45	13.00	9.75
低下率(a-b/a)		53.27	33.58	35.13	26.62	35.30	35.33	35.45

5) 対照有肥料田

有肥料	同	同	同	同	同	同	同	同	平均					
最高値(a)	38.45	38.75	39.50	35.55	35.80	36.50	38.35	41.20	34.90	36.60	43.60	35.05	41.35	38.12
最低値(b)	26.30	29.75	25.80	22.35	21.90	23.40	25.35	28.20	29.80	26.80	31.65	29.15	31.75	27.09
差(a-b)	12.15	9.00	13.70	13.20	13.90	13.10	13.00	5.10	9.80	11.95	5.90	9.60	11.03	
低下率(a-b/a)	31.60	23.23	34.68	37.13	38.83	35.89	33.90	14.61	26.77	27.41	16.83	23.22	28.90	

(4)

# 無施肥無農薬栽培と慣行栽培における果菜類の生育と気孔との関わりについて

水谷 信雄  
田尻 尚士

## 調査目的

長年にわたって野菜類などを無施肥無農薬で栽培し、連作にもかかわらず良質な果菜類などの収穫がなされている要因を探求するため、要因の一つではないかと推察される気孔の形態や数量、その分布などについての調査を目的とした。

## 調査方法

本調査は 2001 年 4 月から 8 月までの期間、京都市(山科、日ノ岡)、野州などで行っている無施肥無農薬栽培と慣行栽培でのトマトとキュウリの生育を調べ、同時に葉面に分布している気孔の形態や数量などを調べることで果菜類の生育と気孔との間に関わりがあるのかどうかを調査した。本調査は、ほぼ 10 日間隔で調査株の生育を測定すると同時に上部展開の第 3 葉目をスンプし光学顕微鏡を用いて顕鏡したが、葉面における気孔の分布にはらつきがあるため 1 サンプルについて 10 回の測定を行ない、その平均値をとって気孔数として記載した。なお、気孔についてはその形態や作用を(注 1)として後述した。

## 調査結果

### 1) 無施肥栽培と慣行栽培でのトマトとキュウリの生育について

無施肥栽培のトマトは 4 月 5 日に、キュウリは 4 月 12 日に日ノ岡のハウス内に定植し、慣行栽培でのトマトおよびキュウリは 4 月 7 日に近畿大学農学部の圃場に定植した。それらの調査株は定植後 7 日から 12 日の間隔で草丈や葉数、葉色(葉緑素計による)などを調査し、同時に気孔の観察のため、毎回第 3 葉目の裏面をスンプした。その結果は第 1 表及び第 1 図と第 2 表および第 2 図に示したが無施肥栽培のトマトは定植後 38 日目では草丈 30.4 cm、葉数 9 枚であったのに対して、慣行栽培でのトマトは、ほぼ同時期での草丈は 64 cm、葉数は 15 枚であった。また、定植後 73 日目の無施肥栽培での草丈は、72.4 cm に対して慣行栽培では 145.3 cm と約 73 cm の伸長差がみられた。

次に生育量の測定と同時に葉面の気孔数や大きさなどをスンプによって測定したがトマト無施肥区での気孔数は 1 mm<sup>2</sup>当たり最も多いときで約 300 個、最も少ない時で 138 個が数えられ、それらは概して生育の初期段階で多く、生育の後半で少なくなる傾向が認められた。一方、施肥区では 255 個の気孔が最多で、125 個が最少であり無施肥区と同様、トマトは生育前半で気孔数が多く生育後半が少なくなる傾向がみられたが、無施肥区と施肥区との間では気孔の分布数について有意差は認められなかった。

一般に葉面にある気孔数は植物によっていろいろで、1 mm<sup>2</sup>に 40~300 位といわれており、WEISS らの調査では 1 mm<sup>2</sup>に 40 以上のものが 12 種、40~100 のもの 42 種、100~200 のもの 38 種、200~300 のもの 39 種、300~400 のもの 12 種などがあり、気孔の大きさもカボチャでは長径 6 μ、短径 3 μ であり、エンレイソウなどのように長径 70 μ、短径 61 μ などのものがある。本調査ではトマトで長径 4 μ、短径 2 μ 程度のものが大部

分であったが、無施肥区ではやや大きな気孔が多く含まれていた。

次に無施肥区でのキュウリの気孔数は最多で約230個、最少で192個で生育期間内の分布数では、あまりばらつきが見られなかったが、施肥区では533個が最も多く465個が最少で無施肥区より、施肥区で気孔数が多くみられたが、大きさは無施肥区でやや大きな長径5~6μ、短径3~4μのものが多数みうけられた。

以上の結果から葉面に分布する気孔数や大きさなどが無施肥栽培でのトマトやキュウリの生育に大きく関わっているかどうかは今の段階では明らかではないが、無施肥区での生育の要因の一つであることにはまちがいないものと思われる。

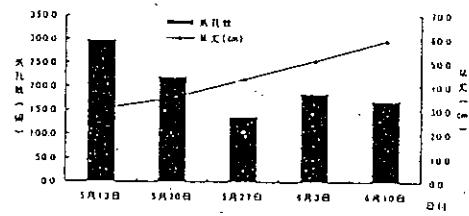
#### (注) 気孔について

植物は光合成のための炭素源として大部分大気中のCO<sub>2</sub>を利用する。CO<sub>2</sub>は葉表面の気孔(stoma)から吸収され、吸収の難易は気孔の数、大きさ、位置(表面に露出しているか、へこんだところにあるか)によっても左右されるが、気孔の開度によってもっとも影響をうける。気孔がよく開いていればCO<sub>2</sub>の吸収はよく行われ光合成量もしたがって大きくなるが、いっぽう蒸散による水の消費も大きくなり、植物の生活に適当な水状態を維持することが困難になってくる。したがって光合成を行うとき以外は気孔が敏速に閉じること、また水の消費が少ないわりにCO<sub>2</sub>吸収が大きいことなどが、植物の生活上重要な条件になるわけである。

以上の点から植物の気孔開度を測定することは、それが蒸散量や光合成量と直接に関係するものである点で重要である。

第1図 黒施肥区におけるトマトの葉 $1\text{cm}^2$ 当たりの気孔数と生長

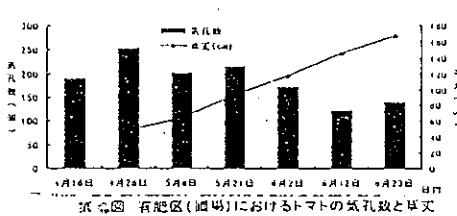
項目	5月13日	5月20日	5月27日	6月3日	6月10日	6月17日	6月24日
気孔数	299.5	219.5	138.0	186.0	170.0	—	—
株高 (cm)	30.4	35.1	12.9	50.7	59.4	12.1	30.9
葉数 (枚)	9.0	11.0	14.0	15.0	16.0	17.5	18.5
SPAD値	10.9	14.6	19.2	50.9	53.2	53.3	49.9



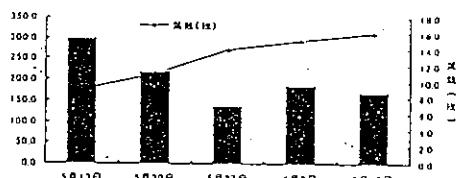
第1図 黒施肥区におけるトマトの気孔数と生長

第2図 有肥区(標準)におけるトマトの葉 $1\text{cm}^2$ 当たりの気孔数と生長

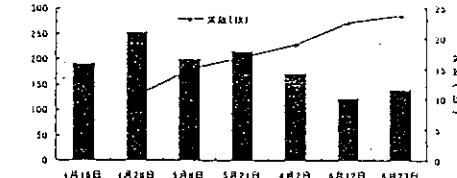
項目	4月16日	4月23日	5月3日	5月21日	6月2日	6月12日	6月23日
気孔数	191.7	255.0	202.7	217.3	174.0	125.0	141.3
株高 (cm)	—	18.9	64.0	93.7	117.7	145.3	167.3
葉数 (枚)	—	10.7	15.0	17.0	19.0	22.7	23.7
SPAD値	43.1	49.7	52.4	50.9	50.2	17.3	11.7



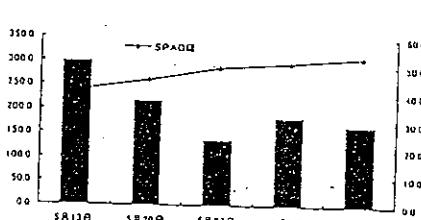
第2図 有肥区(標準)におけるトマトの気孔数と生長



第3図 無施肥区におけるトマトの気孔数と葉数



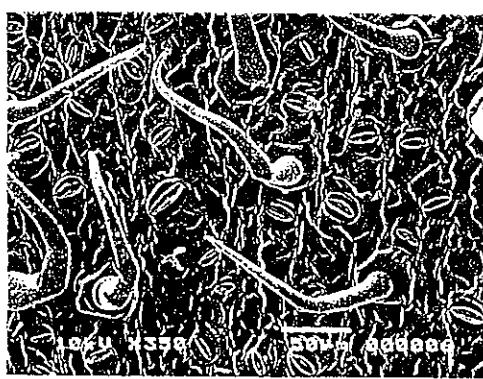
第6図 有肥区(標準)におけるトマトの気孔数と葉数



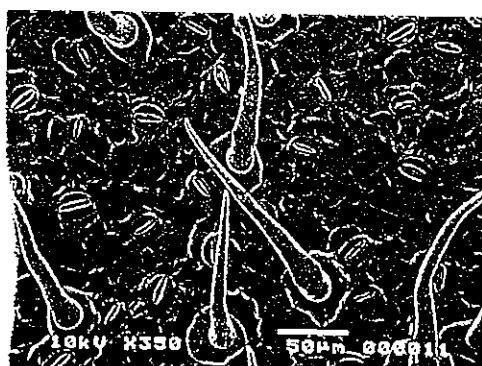
第3図 無施肥区におけるトマトの気孔数とSPAD値



第6図 有肥区(標準)におけるトマトの気孔数と葉数



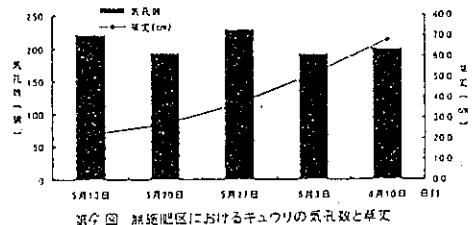
第4図 トマト無施肥区での気孔の状態



第8図 トマト有肥区での気孔の状態

第1表 無施肥区におけるキュウリの気孔数と生長

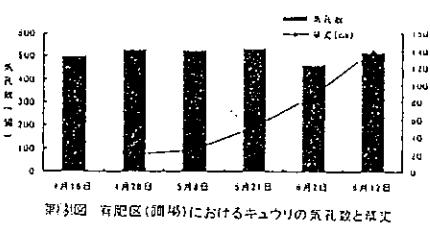
測定日	5月13日	5月20日	5月27日	6月3日	6月10日	6月17日	6月27日
気孔数	222.3	197.5	229.3	191.5	200.0	209.9	208.1
株丈(cm)	21.7	27.2	37.3	52.0	68.3	79.9	98.1
葉数(枚)	6.5	8.0	12.0	14.0	16.0	18.0	19.5
SPAD値	11.1	13.2	19.1	53.3	54.2	54.3	17.2



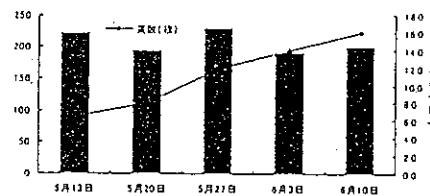
第1図 無施肥区におけるキュウリの気孔数と株丈

第2表 有肥区(調査)におけるキュウリの気孔数と生長

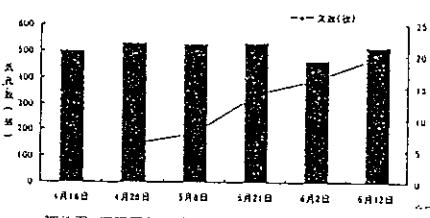
測定日	5月16日	4月28日	5月8日	5月21日	6月2日	6月12日	6月23日
気孔数	502.3	533.1	529.2	534.0	464.9	517.0	517.0
株丈(cm)	—	19.7	23.7	51.7	46.7	139.7	205.3
葉数(枚)	—	6.0	7.70	14.0	16.10	19.7	20.7
SPAD値	29.7	32.3	35.9	39.10	45.1	35.29	38.9



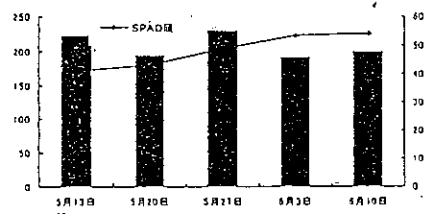
第2図 有肥区(調査)におけるキュウリの気孔数と株丈



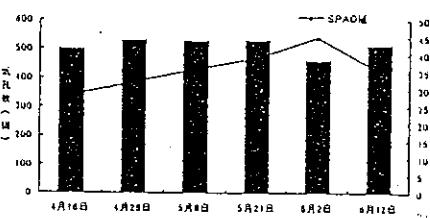
第3図 無施肥区におけるキュウリの気孔数と葉面積



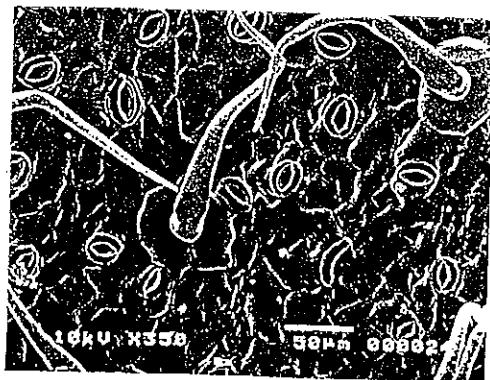
第4図 有肥区(調査)におけるキュウリの気孔数と葉面積



第5図 無施肥区におけるキュウリの気孔数とSPAD値



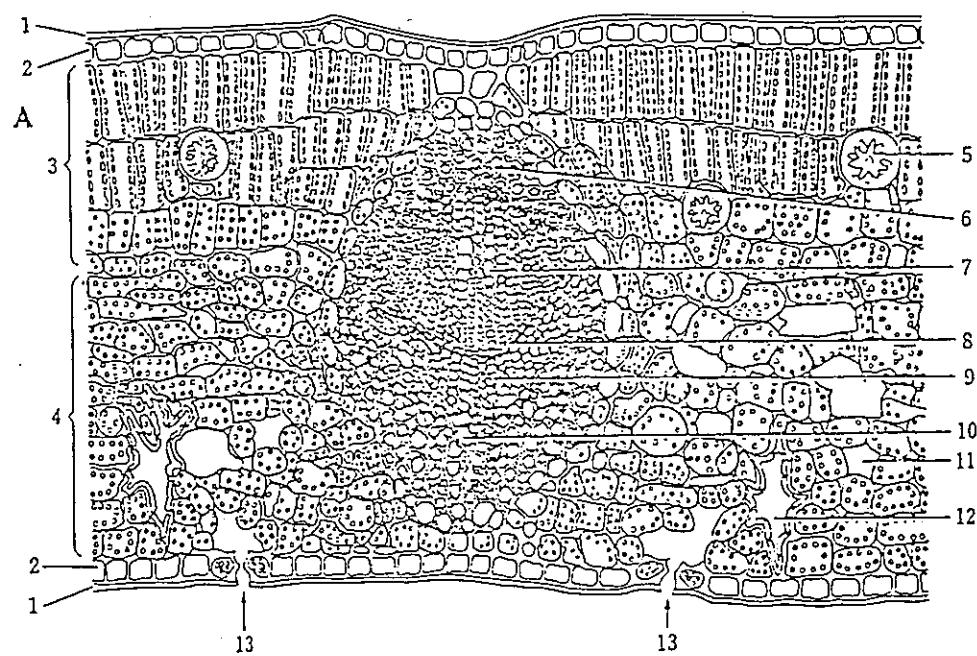
第6図 有肥区(調査)におけるキュウリの気孔数とSPAD値



第7図 キュウリ無施肥区での気孔の状態

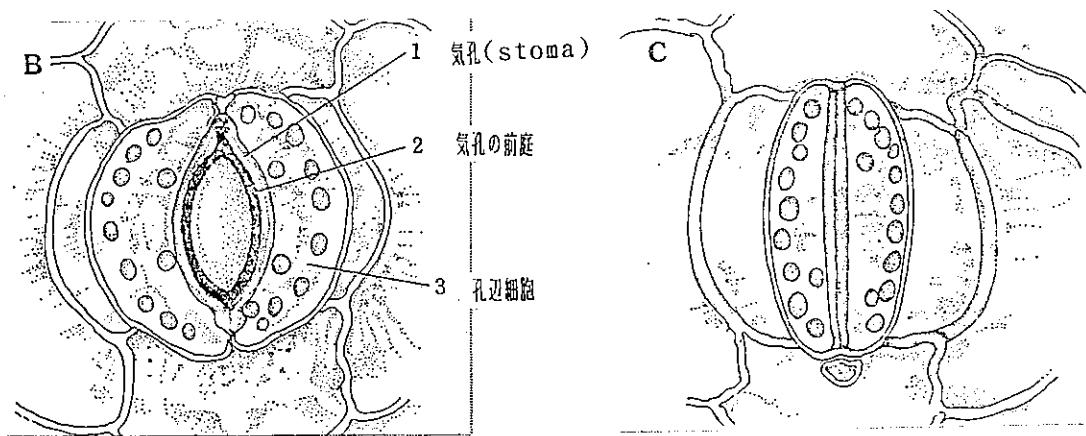


第16図 キュウリ有肥区での気孔の状態



第17図 葉の構造

1. クチクラ (cuticle) 2. 表皮 (epidermis) 3. さく状組織 (palisade parenchyma)  
 4. 高縦状組織 (spongy parenchyma) 5. 結晶体 (crystal) 6. 木部繊維 (wood fiber)  
 7. 通管 (xylem) 8. 形成層 (cambium) 9. 師管 (phloem) 10. 師部繊維 (phloem fiber)  
 11. 細胞間隙 (intercellular space)  
 12. 石细胞 (stone cell) 13. 気孔 (stoma)



第18図 気孔の模式図

第5表 トマトの収穫果実

項目 試験区	1果平均 果重(g)	1果平均果長(cm)		糖度
		横径	縦径	
無施肥区	97.9	51.5	55.1	5.1
有肥区(圃場)	137.8	60	64.6	5.6

第6表 キュウリの収穫果実

項目 試験区	果重 (g)	長さ (cm)	胴周り (mm)
無施肥区	113.4	30.6	34.7
有肥区(圃場)	197.5	23.5	36.9

第7表 トマト果実内の水溶性ビタミン含量

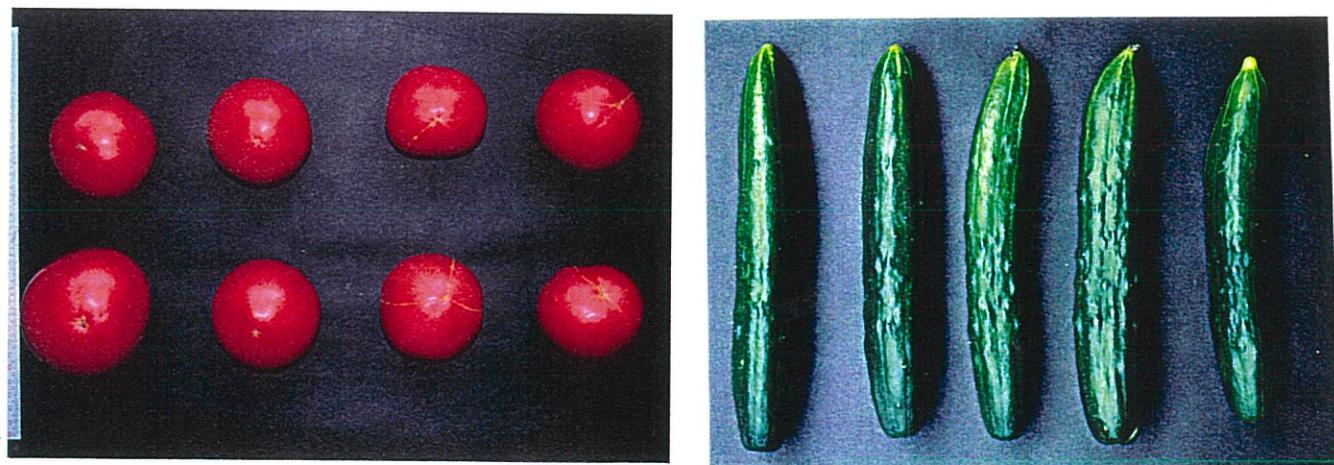
項目 試験区	VC	VB <sub>1</sub>	VB <sub>2</sub>	Nia
無施肥区	19.11	0.030	0.025	0.41
有肥区(圃場)	18.97	0.033	0.027	0.40

(mg/100g)

第8表 キュウリ果実内の水溶性ビタミン含量

項目 試験区	VC	VB <sub>1</sub>	VB <sub>2</sub>	Nia
無施肥区	12.45	0.033	0.060	0.21
有肥区(圃場)	12.57	0.027	0.045	0.20

(mg/100g)



第19図 無施肥無農薬栽培で収穫されたトマトとキュウリ

# 無施肥無農薬栽培による温州ミカンの品質について

水谷 信雄

近年、世界における果実生産量(約1億4,300万t)の中で最も多いのはブドウ(37%)であり、ついでオレンジ類(19%)、バナナ(18%)、リンゴ(14%)の順である。また国別にどのような果実類の生産が多いかをみるとイタリアとフランスではいずれもブドウの生産が60%前後を占め、アメリカでは柑橘類の生産が50%余りとなっている。

わが国では比較的温暖な気候に恵まれているため、種々な果樹類が栽培されているが、なかでも柑橘類が274万t(56%)と最も多く、次いでリンゴの114万t(23%)、ナシの48万t(10%)、モモの30万t(6%)、ブドウ27万t(5%)などが生産されている。また、これら生産量の多い柑橘類には多くの種類があり、世界的にはオレンジやグレープフルーツ、レモンなどの生産量が多いが、わが国では温州ミカンが大部分を占め、クリスマス用として一部アメリカなどへも厳選して輸出されている。その他、地域によっては伊予カンやハッサク、ポンカンなどの雑柑類も栽培されている。

一般にこれら柑橘類の品質判定には試験の目的に応じて果実中の苦味、ヘスペリジン、ビタミンC、ペクチン、香りなど化学成分を調べたり、また、果汁量の多少や果実の比重、浮皮やすあがりの程度など物理的なものや、果皮の粗滑や果色、傷の有無など果実の外観なども品質判定の基準になっていた。しかし柑橘類では果汁中の糖と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ため、本調査では平成11年、12年に引きつづき13年産の無肥料無農薬栽培で収穫した温州ミカン(佐賀県鹿島市七浦町)と慣行農法で栽培し収穫した温州ミカン(和歌山県湯浅町)について果汁中の糖と酸の含量などを測定して、その結果を取りまとめたものである。

なお、柑橘類のうち温州ミカンでは品種や栽培条件、収穫時期などによっても多少異なるが、果汁中には全糖8.7%(じょ糖、果糖、ブドウ糖)、酸1.0%(主としてクエン酸、ごくわずかにリンゴ酸)などが含まれ、その他、全窒素0.1%、全フラボノイド50mg%(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)、ビタミンC35mg%、ペクチン0.07%、セルローズ0.07%などが含まれるが、約90%は水分である。

今回測定に用いた果実は第1表に示したように無施肥無農薬栽培での早生温州及び晩生種(第2表)と慣行農法で栽培した晩生種(第3表)で各果を30果ずつ選び果実の大きさ(果重及果径)によって大果、中果、小果の3段階に分類した。

果実の測定は早生温州が2001年11月11日に、晩生種は2001年12月12日にまた、慣行農法での栽培種は2001年12月16日にそれぞれ行ったが、そ

の結果、第1表に示したように早生種では大果として分別した果実と中果とした果実との間には果重及び果径にあまり差がみられず、小果では上記大果と中果との間に30g～20gの大きさの違いがみられた。次ぎにここでの糖度(レフラクトメータ法による)は中果果実で11.1%、酸度(中和滴定法)は0.67%と、糖度酸度とも比較的高い値が測定され味の濃い果汁になっていた。

次に晩生種の測定結果を第2表に示したが、ここで測定は上記早生種より、約1ヶ月後の2001年12月12日に行った。その結果、果実の大きさは早生種の大果が91.1gであったのに対して晩生種の大果は158.5gと67gも大きく大果と小果との間の果重差は44.5gと大きかった。また、糖度は小果の12.3%が最も高く酸度も0.73%と高い値で、果汁としては濃度の高い味の良い果実であった。

また、これらの無施肥栽培の温州ミカンと比較するため、慣行栽培で収穫した温州ミカンの果実測定を、2001年12月16日に行って第3表にその結果を示した。各果重は無施肥栽培の早生種より大きかったが、晩生種より小さく、大果で129g、小果では100gであった。また、ここで測定の果実の糖度は小果での11.5%が最も高かったが、無施肥栽培での晩生種小果の12.3%より低かった。さらに酸度は大果、中果、小果とともに0.5%台で酸味が少なく、その分甘く感じるが大味であった。昨今では野菜類でも甘味嗜好が強くなっている、トマト(品種：桃太郎)やイチゴ(品種：アスカルビー)なども従来から栽培されている品種よりも糖度の高い品種として作りだされたものである。

温州ミカンでは和歌山県の紀北地方で栽培されている南柑20号と呼ばれる品種などは糖度が12～14%にもなるが酸度がやや低いため温州ミカンとしての風味に欠けているといわれている。

本調査は、1999年から2001年までの3年間、無施比無農薬栽培での温州ミカンと慣行農法で収穫した温州ミカンの果実の品質の1つとして果汁中の糖度および酸度を測定しているが、無施肥栽培であっても糖度は10～12%と慣行栽培の果実とあまり変らず、しかも慣行栽培でのミカンはいずれも酸度が低く酸味の少ない大味な果汁が多くあった。

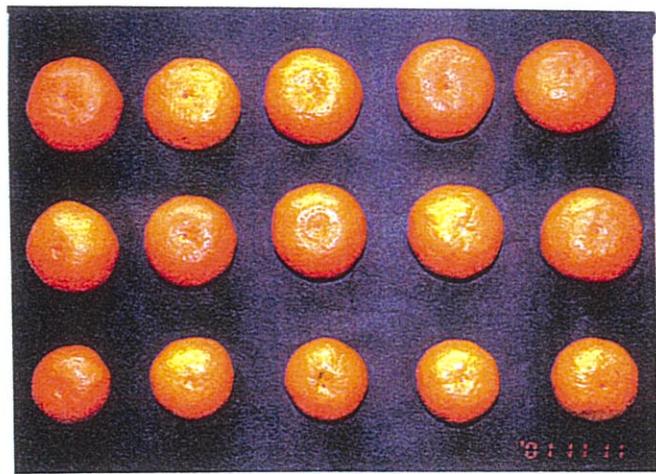
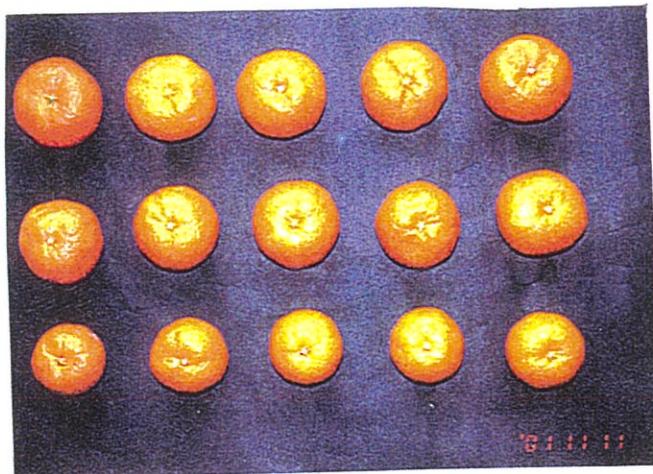
しかし無施肥栽培でのミカンは酸度が0.65%～0.81%と高く味を濃厚にしており、10人に試食してもらった結果、7人(70%)が無施肥栽培のミカンの方が美味であったと解答した。

なお、昨年産は果皮にすり傷や色艶などの悪い果実が見られたが、本年の果実は写真に示したように果皮の色もよく立派な果実が収穫されていた。

第1表・無施肥無農薬栽培での温州ミカンの品質

項目 果実	1果重(g)	果径		糖度(%)	酸度(%)	糖酸比
		タテ(mm)	ヨコ(mm)			
大果	91.1	42.2	62.2	10.8	0.64	16.9
中果	89.8	43.4	60.2	11.1	0.67	16.6
小果	61.7	38.7	52.5	10.8	0.68	15.9

(注)10果平均値

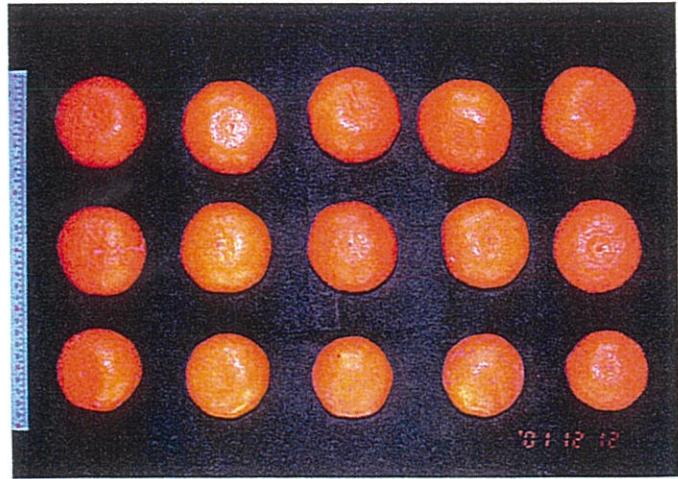


佐賀県産（早生種）

第2表・無施肥無農薬栽培での温州ミカンの品質

項目 果実	1果重(g)	果径		糖度(%)	酸度(%)	糖酸比
		タテ(mm)	ヨコ(mm)			
大果	158.5	53.6	74.2	11.5	0.70	16.4
中果	147.5	53.7	71.1	12.1	0.72	16.8
小果	114.0	48.1	63.4	12.3	0.73	16.8

(注)10果平均値

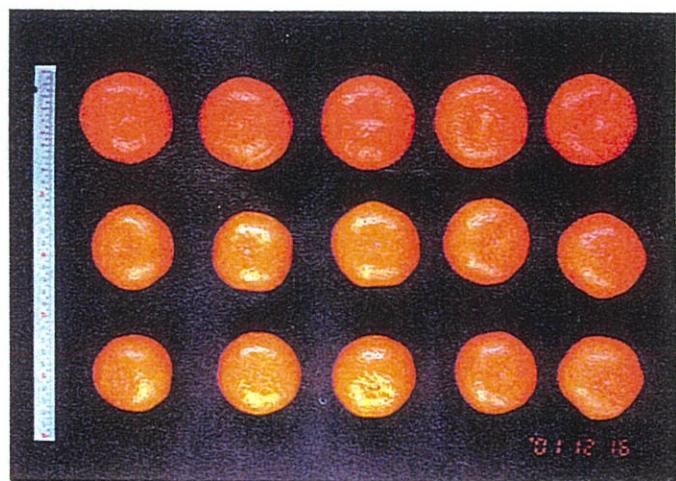
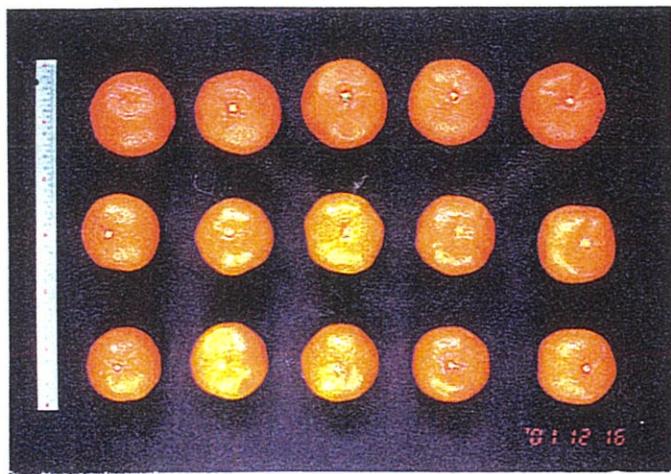


佐賀県産（晩生種）

第3表・慣行農法で栽培した温州ミカンの品質

項目 果実	1果重(g)	果径		糖度(%)	酸度(%)	糖酸比
		タテ(mm)	ヨコ(mm)			
大果	129.0	49.6	68.6	10.8	0.51	21.2
中果	111.2	48.3	61.6	11.1	0.55	20.2
小果	100.2	47.7	61.5	11.5	0.55	20.9

(注)10果平均値



和歌山県産（晩生種）

# 黒大豆無施肥栽培の結実状況と収量及び含有成分に及ぼす影響

(平成13年度)

田尻 尚士

## 1. 栽培法と栽培(生育)状況

- (1) 栽培地：兵庫県加東郡東条町岡本字殿垣12-4 栽培面積：7a(各栽培区2.0a)  
平成6年度より減反水田無農薬・無施肥田として下記の如く利用  
平成6-8年：蓮華、玉蜀黍栽培  
平成9-10年：冬季休耕、小豆（大納言）栽培  
平成11-12年：冬季休耕、南瓜（甘栗）
- (2) 栽培品種：丹波黒大豆（鶴ノ子変種）・分枝型秋ダイズ=開花は中央より上下へ
- (3) 播種一収穫：播種-平成13年6月1日、置床-6月20日、収穫-12月2日（置床後160日）
- (4) 栽培法：畝幅-115cm、2条植（複条）=約290本/a
- (5) 生育と作業  
開花：7月下旬-8月中旬（90%終了）  
黄葉期：10月下旬  
土寄せ：7月上旬-中旬（開花の始まる前実施2-3度実施）、施肥（化学配合施肥区）  
先端切除：草丈50-60cm時一分枝7葉に切断=7月上旬-中旬
- (6) 栽培区と施肥  
[A] 無施肥区：平成6年より無施肥栽培を継続中  
[B] 勇氣百倍区：置床1週間前耕土時に600kg/10a施肥  
[N=15kg P=10.8kg K=6.0kg : 全て元肥施肥]  
[C] 化学配合肥料（ダイズ配合2号）：置床1週間前耕土時1/2施肥、残部1/2土寄せ時  
[N=6.5kg P=10.2kg K=6.7kg/10a]

## (7) 栽培区の生育状況

### [無施肥区]

置床後7-10日間は他の2区と差のない生育状況を示すが、発生葉及び第1本葉

の発生がやや遅れ（2-5日）、主茎の伸長が遅れる傾向を示し、以後分枝が遅延し且つやや少ない傾向を呈した。

全体的に草丈が勇氣百倍区（B）に比して30-35cm、化学配合肥料区（C）25-20cm短く、先端部が蔓状となる物が認められた。

開花期は、他の2区よりも2-4日早く、黄葉期も同様に早く様相を呈した。  
結実・完熟期も他区に比して5-7日間早く、落葉及び葉柄部の落下が顕著となり、葉柄伸長も他の2区に比して約5-8cm短い様相を呈した。

莢の着果様相は、他区に比してやや斑を呈し、莢内子実は2粒が限界で一部3粒内蔵するが未熟成となり、莢外様はやや長く、厚みに欠け、先端部の着莢は不結実様となつた。

根部の生長は、他区に比して側根が少なく主茎を中心に水平方向に約13-15cmと他区に比して狭く、不定根の発生が顕著となり、主根は約17-22cmと浅い様相が認められた。

根粒菌の着生は、少なく（15-18粒/1株、n=5）且つ小さい（3-4mm）結果となつた。

### [勇気百倍区]

置床後からの生育状況は全栽培区中最も早く、主茎の伸長も極めて早く且つ大となり、結果的に分枝が早まり、分枝数も多く(9-11)、伸長過度の様相を呈し、全栽培区中最も草丈が長く、主茎が太い様相となり、先端部の切除が不可欠となり、切除後の生育は極めて良好となるが、葉柄部が長く土寄せなどの作業性が僅かに劣化した。

開花期は全栽培区中最も遅い(分枝切断性が強いためか)が、開花期間は短く、結実性は全栽培区中最も高い結果を呈し、黄葉期、落葉及び葉柄落下などが全栽培区中最も遅い結果となった。葉柄は全栽培中最も長く(28-32cm)て太い様相となった。

莢の着生状況は、上下に差が無く平均的に着生し、僅かに下部が莢内子実数が少なく、中部及び上部が3粒となる傾向が認められ、莢は厚みを呈して結実状況は、全栽培区中最良であった。

根部の生長は、主根及び側根が長く、不定根は認められず、側根はやや下方に18-22cmに広がり、根の張りが極めて大で主根は約25-28cmとなった。

根粒菌の繁殖状況は、粒径は5-7mm、良好で22-25粒/1株と全栽培区中最多であった。

### [化学配合区]

本区は有機百倍区に類似した生育状況を呈し、全般的に約15%前後劣る傾向となるが、草丈の伸長及び主茎の太さは勇気百倍区と差はなく、先端部の切断が必要であった。

なお、下部の葉柄が少なく、先端部の一部に蔓を発生する下部が極めて僅かに認められ、分枝状況は、比較的先端部で大となり、葉柄は25-30cmで、やや有機百倍区に比して短く様相を呈した。

莢着生状況は、下部は良好で先端部ではやや劣る傾向となり、莢内子実が小粒となり、厚みに欠けて2粒着果の様相を呈した。

結実性は、良好で勇気百倍区に比して僅かに劣り、下部の結実が大となる傾向が認めら、先端部の結実性がやや劣る、小粒となる傾向を呈した。

根部の生長は、主根及び側根とも勇気百倍区と大差はないが、やや全般的に浅く20-25cmとなった。

根粒菌の着生は、粒径4-6mm/18-20粒となり、有機百倍区と大差はないが、地表に近い土中の浅い部分に着生する特徴が認められた。

### (8) 収穫量の比較

収穫量を無施肥区を基準に比較すれば、Table 1に示した如く、有機百倍区が顯著に良好で+24%、収穫量及び品質的にも優れる結果を示した。

成分品質では、とくにタンパク質及び脂肪含量が高く、他の灰分及びビタミン、灰分、纖維質に富むことが認められた。

化学配合区は、収穫量は+16%となり、一般的な当地の収穫量とほぼ一致した。

成分含量では、勇気百倍区と同傾向を示し、無性区に比して強化される結果となった。

収穫量の格差要因は、莢の着生と結実性に大きく影響され、同時に1株当たりの莢の着生数にも影響されるが、最大の要因は結実時の子実の生育状況であり、開花から熟成に至る過程での肥効の持続性が重要であり、同時に窒素成分の効能と根粒菌等による窒素の固定が不可欠であり、最終的には子実の含有成分に大きく影響し、窒素成分の不足に起因してタンパク、脂肪等の有機成分の合成・蓄積が不備となることが示唆された。

とくに、子実の結実期と熟成期にこの傾向が大となることが認められた。

Table 1 黒大豆の結実状況と収量及び含有成分

(n=50)

測定項目		無施肥栽培	有機百倍	化学合成肥
莢の形状	莢の長さmm	42.5	51.7	49.6
	1莢内粒数	2.1	2.7	2.5
	結実率 %	41.5	53.6	51.7
子実百粒重(g:水分12%)		20.9	24.1	22.8
子実の大きさ (cm)	縦(長さ)	1.04	1.33	1.12
	横(幅)	0.92	1.24	1.11
	厚み	0.89	1.21	1.09
1株 莖数 (n=10)		151.4	159.2	156.1
収量(10a、水分12%、kg)		421.3(100%)	521.6(124%)	487.7(116%)
子実含有成分 (g/100g) (V=mg/100g)	水分(%)	12.0	12.0	12.0
	糖質	24.2	24.3	24.2
	繊維	3.9	4.5	4.4
	タンパク質	33.2	36.7	35.4
	脂質	18.2	20.1	19.6
	灰分	4.7	5.3	5.1
	VitaminB <sub>1</sub>	0.76	0.91	0.88
	VitaminB <sub>2</sub>	0.25	0.41	0.37

- × -

## 無施肥無農薬水田における雑草調査

報告者：芦 田 馨

日本の農業、特に稻作栽培においては、雑草との戦いであると言われている。そこで先ず雑草と言うものは、どのような植物かについて記す。

雑草とは、多くの研究者によってさまざまな定義がなされている。一つには、人間側の意識、価値判断から「望まれないところに生える植物」「作物栽培などの人間の活動を妨害する植物」など、もう一つは、「人間の活動によって大きく変形された土地に自然に発生・生育する植物」、すなわち雑草は、野草とは異なり人間による搅乱された土地に生育できるが、作物のように人間の積極的な保護を必要としない植物群と定義される。

雑草なる語は、国語辞典“玄海”：種々の草、さまざまな草，“広辞苑”：農耕地で目的の栽培植物以外に生える草と説明されている。古書に記載されているのは、少なく“農隙餘談”（天明3年、1783）田草は、手入れ事なり，“農家須知なる書”（天保11年、1841）雑草は春の陽気を得て目立ちしものゆえ…，“農暇必読”（安政6年、1859）害草などと記されている。本格的な雑草をあらゆる面から解説した“雑草学”半澤 淳著（明治43年、1910）には、農業雑誌（明治15年、1882）に貝原益軒の書いた次の文、

“上の農人は草のいまだ目に見えざるうちに中うちし芸ぎり

中の農人は見えて後 芸ぎる也

見えて後も芸ざるを下の農人とす 是れ土地の咎人なり”

を引用し、この当時の雑草防除の基礎理念としていたが、しかし、今日では、“草を見てから草を取る”を基礎理念としている。

本年度は、I). 土壤中の雑草種子（埋土種子）が 5月から11月にかけて、どのくらい発芽するのか、また、II). 稲刈り 約1カ月後の水田にどのくらいの雑草が生育しているのかを、無施肥無農薬田（7水田）とその周辺の慣行田（N・5水田）で調べた。

### I. 埋土種子の発芽

試料採取および測定方法：平成13年（2001年）4月6日に表-1に示す地点より各水田の5カ所（畠、水戻、中央、その他2カ所）に直径4.5cm長さ10cmの鉄製の円筒を差し込み土壤を約200gづつ採土した。同時にその隣接する慣行水田も同じく5カ所の土壤を採土し、その後、20日間ビニール温室の中で自然乾燥を行った。4月26日に各水田 5カ所毎に土壤 100gを計りバットに入れ、水道水を加えて発芽させた。以後、常に堪水状態になるよう補給を行い、5月25日に第1回の測定を行った。測定は、1バット内で発芽した全ての幼植物を引き抜いて、種類毎に本数を計測した。同定（名前を調べること）出来なかった種は、不明種として取り扱った。6月から11月まで毎月月末に5月と同じ方法で測定を行った。

結果：埋土種子より発芽した月別発芽本数（図-1）は、5月がほとんどの水田で多くの発芽が認められた。しかし、最も無施肥無農薬継続年数の長い栗東水田（1区）では、5月 39.8 / 100g と 12 区中で最も少ない発芽であった。その後 6, 7 月をピークに減少する傾向が見られた。5月から11月までの7カ月に発芽した雑草の合計本数（図-2）は、栗

東が1区 540.6, 2区 457.6と最も多く発芽した。栗東と今庄の水田では、慣行田の発芽が少なく、除草剤の使用が影響しているとも考えられた。また、最も少ない発芽を示した区は、今立の無施肥無農薬田(11区) 168.4本であった。発芽した種類数(図-3)は、各区の平均が約8種で、武生(9区)が11種、今庄6種(6,7区)で大きな違いは見られなかった。今回の発芽調査で多年生雑草がマツバイのみであったのは、土壤を採土した後 20日間の乾燥を行ったため、土壤中の塊茎や塊根などが死滅したとも考えられた。

※実験中に多くの藻類が野洲の4,5区、武生、今立の全区で見られた。また、ミジンコの発生は、野洲の3,4区、今庄、武生、今立の無施肥無施肥田に多く発生し、慣行田でも発生はしたが僅かであった。カブトエビの発生は、5,6月に栗東、野洲の無施肥無農薬田において数匹が見られた。

## II. 稲刈り後水田の雑草群落調査

雑草群落調査方法：平成13年(2001年)10月5日(福井の各水田と野洲、3~12区), 11月27日 栗東、1,2区)にIの発芽実験と同じく各水田の5ヵ所に1辺50cmのワクを用いてコドラート法により、雑草の頻度(その雑草が水田内にどれくらい広がっているかを知る尺度), 密度(ワク内における個体数), 被度(その雑草が地上における広がり, 地表面に対する投影面積), 草丈(自然高草丈)を調査した。

結果：各地点における優占雑草種(表-2)は、頻度、密度、被度を総合的に見て最も大なる種を第1優占種とした。通常水稻などの栽培植物に害を多く与える雑草を強害草・害草と呼んでいるが、その強害草の雑草がほとんどの区に出現していた。しかし、福井・今庄(7区)の慣行田については、害草も少なく出現種類数も4種と滋賀・野洲の慣行田と共に最小の種類数であった。雑草密度および出現種類数(表-3)は、水田の状態により出現本数が大きく変化していた(例えば水田の乾湿、水田表面にばらまかれたワラの状態(生、焼かれたワラ))。慣行田の雑草本数が無施肥無農薬田より多かった区は、栗東、武生、今立の3区で、今庄の無施肥無農薬田と慣行田には、大きな差は認められなかった。野洲の3枚の水田では、3>4>5>区の順の出現本数であった。これは、慣行栽培による除草剤などの影響なのか、原因は明確でなかった。出現種類数においても、武生を除いてほぼ同じ傾向を示した。

滋賀・栗東における2001年11月27日と1975年11月8日の雑草出現数を比較して見ると無施肥無農薬田(1区)が6→7種、慣行田(2区)が両年とも9種であった。しかし、種を見ると今回の調査では、アメリカアゼナ(強害草・帰化植物)やウシハコベなどが出頭し、在来のタビラコなどが見られなくなっていた。

※栗東水田の水口には、多数の巻貝や二枚貝の死骸が見られた(水田の外の水路では、生存)。同定したところチリメンカワニナ(カワニナ科), マルタニシ, オオタニシ(タニシ科), マシジミ(シジミ科)の4種が確認された。

- 参考文献 ◎ 雜草管理ハンドブック 草薙, 近内, 芝山編集 朝倉書店  
◎ 雜草学総論 伊藤操子 養賢堂 ◎ 水田の多年生雑草 草薙得一 全農教  
◎ 耕地雑草ハンドブック 植調会 クミアイ化学工業株  
◎ “自然農法の生態” 杉野 守, 芦田 馨 近畿大学農学部紀要第12号  
◎ 琵琶湖・淀川淡水貝類 紀平 肇 たたら書房

表-1 採土および調査地点

区番号	水田番号	所在地	耕種歴無農薬栽培年数(年)
1	1	滋賀 栗東	50
2	1'	" 備行	
3	3	滋賀 野洲	11
4	3-2	"	6
5	3' N	" 備行	
6	8	福井 今庄	14
7	8' N	" 備行	
8	9	福井 武生	3
9	9-2	"	3
10	9' N	" 備行	
11	10	福井 今立	3 麦作
12	10' N	" 備行	"

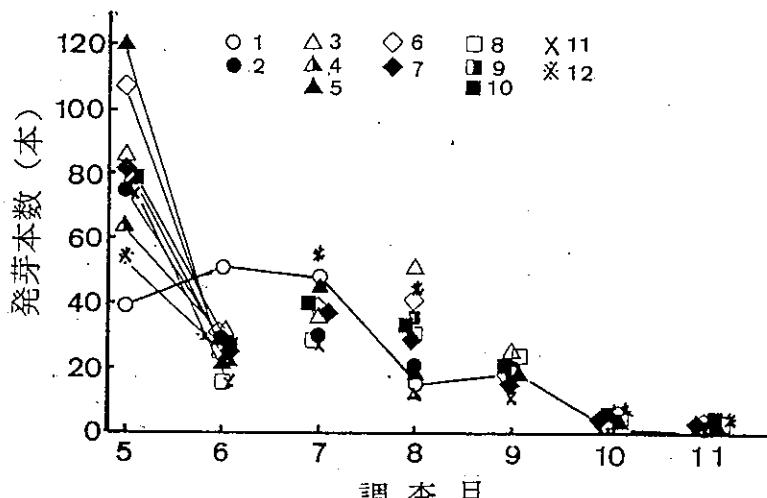
図-1 埋土種子の月別発芽本数  
(2001年5~11月:土壤100g当たり)

表-2 各調査地点の優占雑草種

区番号	水田番号	優占雑草種	
		第1	第2
1	1	スズメノカタビラ**	イチョウウキゴケ
2	1' N	スズメノカタビラ**	タネツケバナ*
3	3	クグガヤツリ	アメリカアゼナ**
4	3-2	キカシグサ**	マツバイ***
5	3' N	タネツケバナ*	キカシグサ**
6	8	ウキクサ	マツバイ***
7	8' N	ウキクサ	アギナシ
8	9	キクモ	マツバイ***
9	9-2	キクモ	キカシグサ**
10	9' N	チヨウジタデ	アブノメ**
11	10	スズメノテッポウ**	アメリカアゼナ**
12	10' N	アメリカアゼナ**	ノミノフスマ*

\*\*:強害草

\*:害草

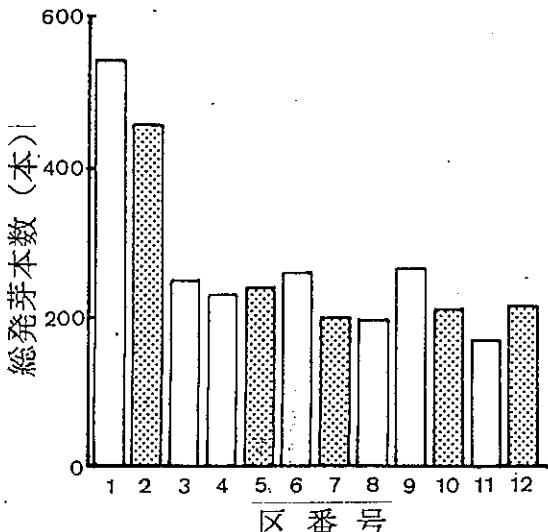


図-2 埋土種子の総発芽本数

表-3 各調査地点の雑草密度および出現種類数

区番号	水田番号	雑草密度(本数/m <sup>2</sup> )	出現種類数	備考
1	1	188.8	6	乾燥
2	1' N	1144.0	9	焼きワラ
3	3	676.0(1016.0)*	11	
4	3-2	104.0(676.0)*	9	
5	3' N	56.0	4	焼きワラ
6	8	853.6(4933.6)*	6	
7	8' N	812.0	4	畠立
8	9	140.8(6060.8)*	12	湿地
9	9-2	128.0(2304.0)*	13	塩水
10	9' N	304.0	11	ワラ
11	10	2032.0	14	従来の慣行水田草なし, 畑の水田
12	10' N	2186.4	17	

\*:マツバイを加えた場合

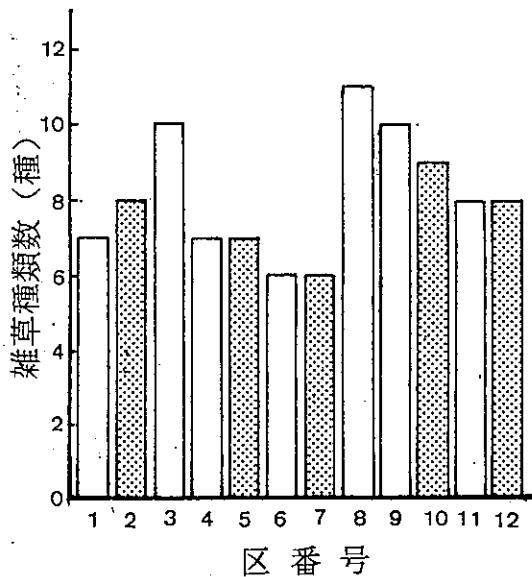
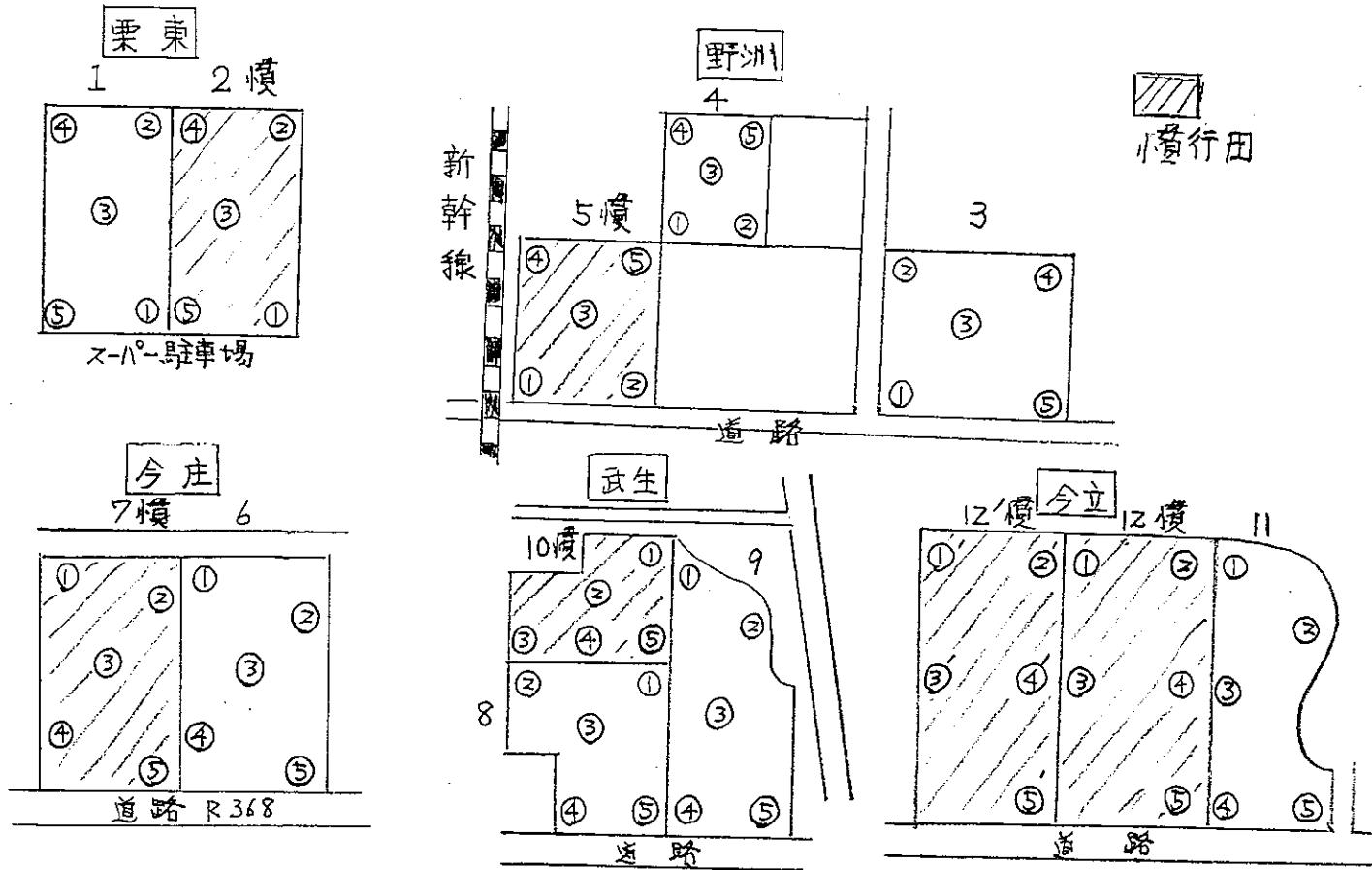


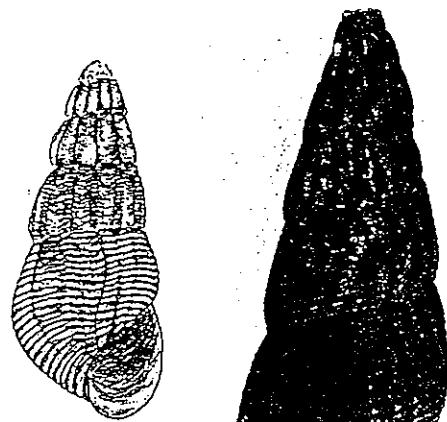
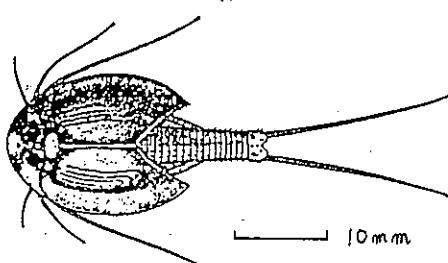
図-3 埋土種子の発芽種類数



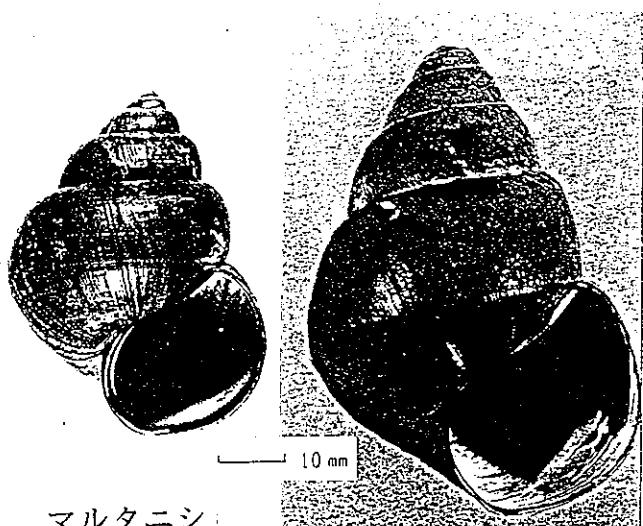
土壤の採土場所および植生調査場所の模式図

カブトエビ (兜 蝦)

tadpole shrimp



チリメンカワニナ



マルタニシ

オオタニシ



マシジミ

## 無施肥無農薬栽培水稻および野菜のミネラル分析と 水田土壤分析

近畿大学農学部 農芸化学科農薬化学研究室 森本正則

昨年度に引き続き無施肥無農薬栽培水田と慣行農法水田の土壤特性を明らかにするための継続測定 2 年目を実施し、昨年度の結果と比較を行った。昨年度の研究報告会後の懇親会中で「実際の可食部、即ち米や野菜の良さについて化学的な裏付けが取れないものか」との指摘により本年度は、これらのミネラル分の測定を実施することを計画した。B.L. Smith は 1993 年の Journal of Applied Nutrition でスーパーマーケットで売られている慣行農法と有機農法の農産物を比較しており、リンゴ、ナシ、ジャガイモ、小麦、トウモロコシの 5 品目について有機農法に有益なミネラル分が多いことを指摘している。また、国内情報でも有機栽培や自然農法によって亜鉛などのミネラル含有量が増加しているという報告がある。この様な事象が、今回収集した自然農法栽培作物にも認められるかを調査した。

### [材料・方法]

水田土壤分析用サンプルは各地の水田の水口・水尻よりそれぞれ採取し、乾燥しさせた状態ものを 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。各土壤は乳鉢で磨碎後 2 mm のふるいを通して 1 g を正確に秤量し蒸留水 5 ml にて超音波抽出 20 分を 2 回の抽出を行った。その後、土壤を濾別した後に得られた抽出物を島津製作所 PIA-1000 イオンクロマトグラフィーを用いて各種水溶性イオン量 ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) の計測を行った。

農産物および藁も同様に NPO 無施肥無農薬栽培調査研究会にて収集、乾燥した試料を提供いただいた。これらの植物サンプルはワーリングブレンダー（回転式粉碎器）を用いて粉体とし、正確に 2 g 秤量した。そこに 20 ml の 0.01 規定塩酸水溶液を用い 30 度 12 時間 100 rpm で振盪抽出を行った。抽出後は濾過を行い植物残渣を除去し、得られた酸性抽出液は島津製作所製 ICPS-1000IV プラズマ発光分析装置にて各金属種量を定量した（測定は同時二反復の平均値）。

この様にして得られた分析データを検討し慣行農法と自然農法の特色を示すデータを抽出した。

## [結果・考察]

今回の水田のイオン分析については昨年度同様に野洲町水田では昨年度と同様に自然農法田の水口では低い硝酸イオンが水尻では多く検出された。また、自然農法田でも武生市水田でも同様に検出量が高かった。アンモニア態窒素は登川町の慣行農法田で高かった（図1）。しかし、硝酸態窒素は近傍の農耕地より流入している可能性もあり、水田の硝化作用が高いかは不明である。昨年度に慣行農法田で多く検出されたカルシウムイオン量は野洲町の慣行農法田を除き、それほど大きな差は認められなかつたが若干慣行農法田の方が多い傾向があつた（図2）。カルシウムイオンも地域によっては取水によって十分量取り込まれることが知られるが、慣行農法ではイネの倒伏防止のためにケイ酸を添加する際にカルシウム塩の状態で施用することが多いため慣行農法ではこの様なことから検出量が増えるのかもしれない。水田土壤中ではリン、カリの量に差があるが（図4）、可食部である米についてみるとリン、カリともそれほど差は認められなかつた（図3）。このことから、多少の施肥形態の違いが植物のリンやカリの変化に現れることはないことが示された。しかし、有機栽培や自然農法の農産物はミネラル分に変化が見られ特に亜鉛（Zn）の含有量が高くなることが知られる。今回の分析作物でも、その様な傾向が認められるか調査したが、米に関しては有意に多いという結果は得られなかつた（図3）。一方、野菜類についてはマーケットで購入した作物と比較したところ、総じて亜鉛の濃度が高いことが示された（表1）。その他の微量元素の多くは検出限界値付近であったため正確さに疑問がもたれる。今回分析を行つたサンプル中、際だつて有害金属が多いサンプルも認められなかつた。以下に示すように、作物は作られた土地の性質を写すといわれており、今後とも農耕地を大切にすることによりよい作物が生産できるはずである。

<Organic-ML 平賀縁さん投稿文より抜粋>

●G.T. Wrench の著書

"The Wheel of Health" by G.T. Wrench, Daniel, 1938

..... Wrench shows that health depends on environmental wholeness, of which a whole diet is the vital factor, and that a whole diet means not only the right sorts of foods, but their right cultivation as well. An examination of the agricultural technique of the most successful cultivators of East and West shows what an essential part of the wheel of health -- from man to soil, from soil to plant, from plant to man -- is the farmer's renewal and protection of the soil.

健康的な食事というのはどの食べ物を食べるかだけでなく、その食べ物がどのように栽培されたかを含まなければならない。東洋・西洋において健康の輪～人から土へ、土から植物へ、植物から動物と人へ～

以下のホームページにはミネラルと健康について詳細な知見が得られます。

[http://isweb9.infoseek.co.jp/family/immunity/foods/f\\_znc.htm](http://isweb9.infoseek.co.jp/family/immunity/foods/f_znc.htm)

<http://www.nih.go.jp/~khirota/nisimuta/mineral-j.html>

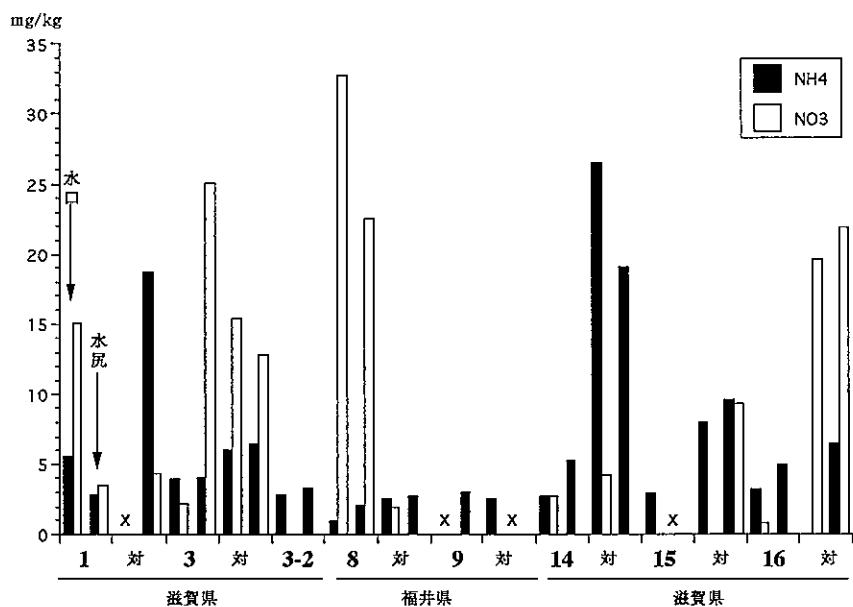


図1、中性水によって溶出してくる水田土壤のアンモニア態窒素および硝酸態窒素量の差違

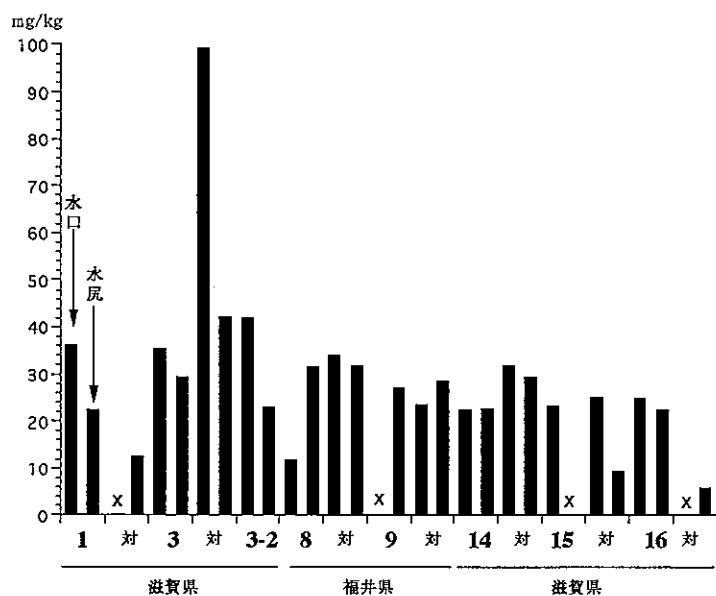
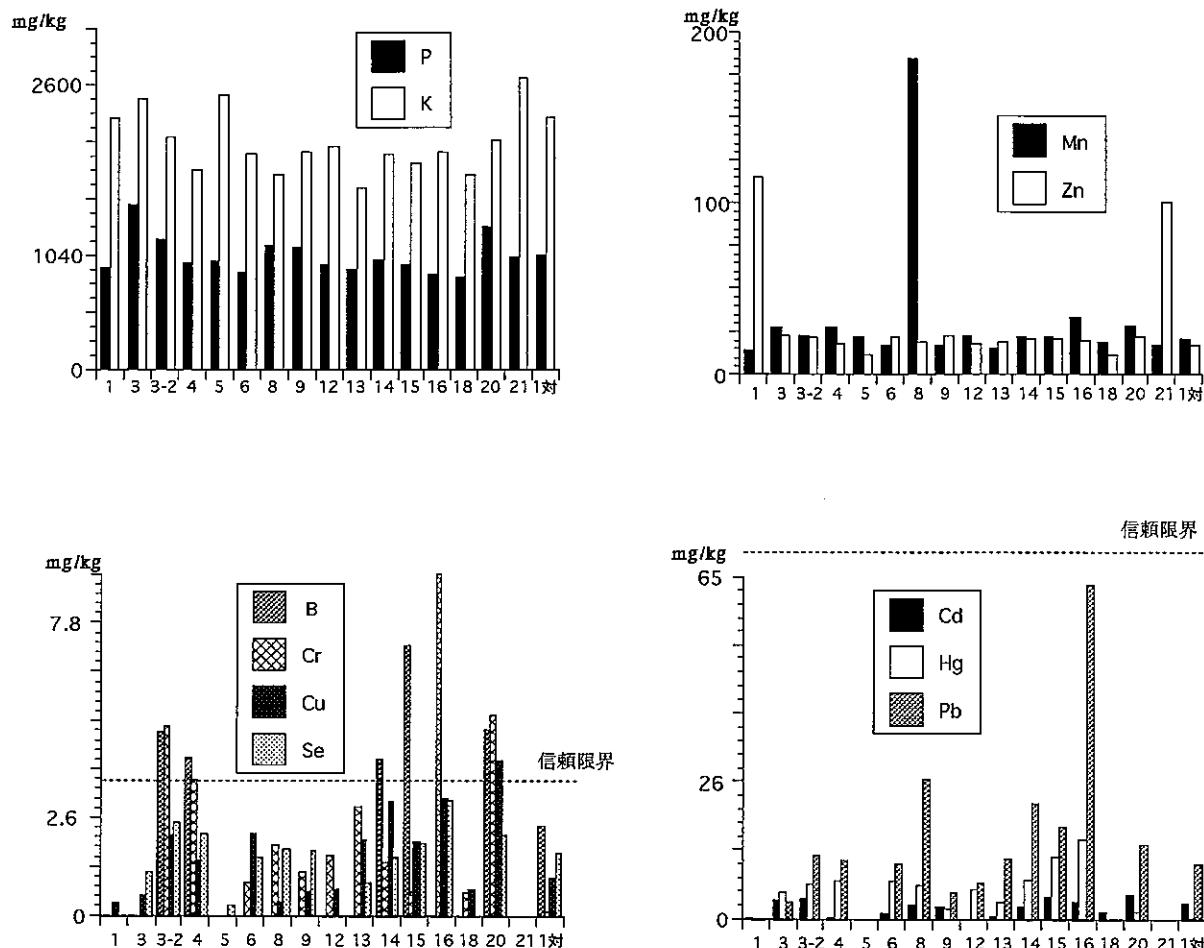


図2、中性水によって溶出してくる水田土壤のカルシウムイオン量の差違

X: データ得られず  
対: 慣行農法 (対照田)

1 : 滋賀県栗東町 (黎明教会)	継続年数51年
3 : 滋賀県野洲町 (黎明教会)	継続年数12年
8 : 福井県今庄町 (赤沢さん)	継続年数15年
9 : 福井県武生市 (三田村さん)	継続年数 5年
14 : 滋賀県登川町 (澤さん)	継続年数 4年
15 : 滋賀県登川町 (湯の口さん)	継続年数 4年
16 : 滋賀県安土町 (北林さん)	継続年数 4年



1：滋賀県栗東町（黎明教会） 3：滋賀県野洲町（黎明教会） 継続年数12年 3-2：滋賀県野洲町（黎明教会） 5、6：京都府山科区（上田さん） 8：福井県今庄町（赤沢さん） 9：福井県武生市（三田村さん） 12：京都府京田辺市（米田さん） 13：京都府綾部市（井上さん） 14：滋賀県登川町（澤さん） 15：滋賀県登川町（湯の口さん） 16：滋賀県安土町（北林さん） 18：京都府亀岡市（黎明教会） 20：滋賀県登川町（福阪さん） 21：滋賀県安土町（坪田さん） 1 対：1の対照田

図3、酸性水によって溶出してくる水田土壤金属量の差違（ICP分析）

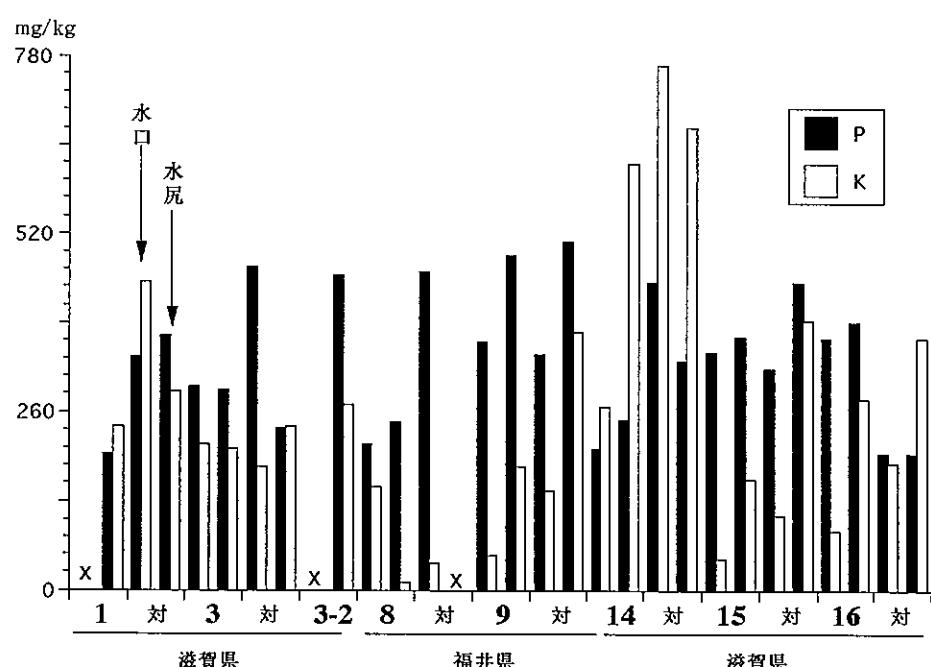


図4、酸性水によって溶出してくる水田土壤のナトリウム、カリウム量の差違（ICP分析）

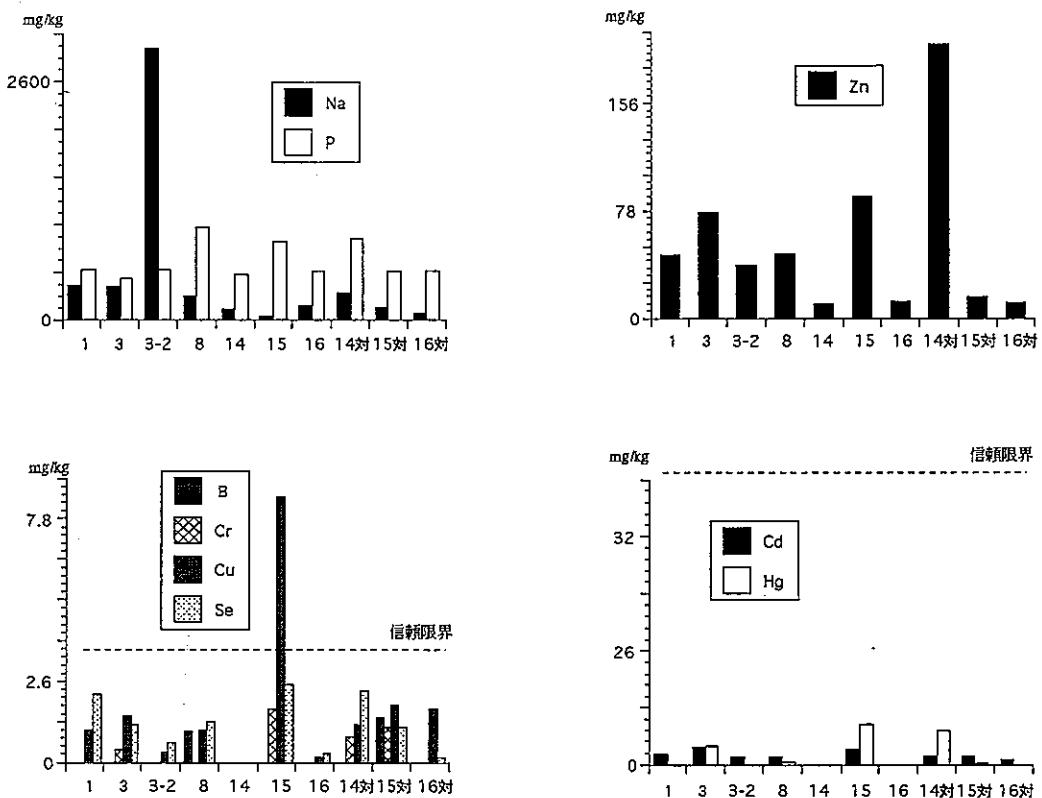


図5、酸性水によって溶出してくる稲藁の金属量の差違（ICP分析）

表1 マーケットで市販されている野菜と自然農法野菜のミネラル分比較

サンプル名	B	Na	P	K	Mn	Cu	Zn
さつまいも	0.021	9.317	4.741	16.285	0.176	0.010	0.014
さつまいもm	0.000	2.493	3.880	34.229	0.224	0.003	0.001
n/m	0.000	3.737	1.222	0.476	0.784	2.891	11.586
ねぎ	0.018	0.315	6.386	47.501	0.382	0.000	0.608
ねぎm	0.002	0.365	11.193	66.702	0.051	0.000	0.015
n/m	8.442	0.862	0.571	0.712	7.471	0.000	39.612
ダイコン	0.036	2.731	6.868	69.133	0.012	0.001	0.027
ダイコンm	0.042	2.012	10.115	152.083	0.014	0.005	0.032
n/m	0.870	1.358	0.679	0.455	0.839	0.234	0.828
なす	0.013	0.461	12.939	104.828	0.108	0.028	0.044
なすm	0.014	0.521	11.157	119.874	0.063	0.000	0.030
n/m	0.898	0.885	1.160	0.874	1.716	188.777	1.442
とうがらし	0.009	0.328	13.157	80.639	0.057	0.044	0.082
とうがらしm	0.028	0.343	13.179	105.753	0.073	0.009	0.040
n/m	0.325	0.956	0.998	0.763	0.782	4.822	2.034

Se	Mo	Cd	I	Hg	Pb
0.005	0.011	0.002	0.048	0.000	0.001
0.000	0.010	0.000	0.039	0.002	0.000
0.000	1.137	0.000	1.227	0.000	0.000
0.000	0.012	0.001	0.062	0.013	0.000
0.000	0.013	0.006	0.113	0.016	0.064
0.000	0.971	0.190	0.545	0.839	0.000
0.005	0.013	0.000	0.070	0.010	0.000
0.003	0.013	0.005	0.102	0.015	0.067
1.657	1.046	0.000	0.684	0.692	0.000
0.001	0.011	0.000	0.130	0.003	0.000
0.001	0.012	0.000	0.112	0.000	0.000
0.878	0.900	0.000	1.162	0.000	0.000
0.005	0.011	0.010	0.136	0.040	0.005
0.000	0.012	0.000	0.133	0.002	0.000
0.000	0.929	0.000	1.016	18.578	0.000

n/m: 自然農法/マーケット

(N倍自然農法の方が量が多い)

# (付録)

## ミネラル

ミネラル（無機質）は人間の身体を構成する物のうち4%と言う微量ですが（96%は炭素(C)、水素(H)、窒素(N)、酸素(O)で構成されている。）、骨・歯・血液・ホルモンの生成に必要で、筋肉や神経系に関わる重要な物です。30種類以上もあり、成人一日の所要量が100mg以上の主要ミネラル（カルシウム、マグネシウム、リン、ナトリウム、カリウム）とそれ以下の微量ミネラルとがあります。

### ミネラルの単位

- 1mg（ミリグラム）= 1/1000g（グラム）
- 1μg（マイクログラム）= 1/1000mg  
(マイクロは1/1,000,000の意味で1μgは1gの百万分の一になる)

ミネラルの種類	効用、特徴	含まれる食品	成人一日の所要量
カルシウム	骨と歯の発育と維持に必要。多くの栄養素の吸収を助ける。筋肉の収縮向上。神経機能の働きを助け、イライラを抑制。骨粗鬆症予防。高血圧を抑制。	小魚、丸干し魚、牛乳、ひじき、豆類	600mg
マグネシウム	カルシウムと共に、骨、歯の形成、筋肉の収縮、神経系に関与する。糖尿病、骨粗鬆症防止。コレステロール値を低下させ、頭痛緩和。	玄米、ナツツ類、ひじき、納豆、大豆、カキ（牡蠣）	300mg
リン	カルシウムの働きを補助し、骨や歯を形成。糖質代謝促進。遺伝子DNAの形成補助。エネルギー生成、神経系にも関わる。	牛乳、丸干し魚、卵、アーモンド	600mg
ナトリウム	筋肉や神経が正常に働くのを助ける。日に当たり過ぎての疲労抑制。	食塩（塩化ナトリウム）。調理時に入っている事がほとんどなので、むしろ取りすぎに注意。過剰症は高血圧の原因になる。	500mg
カリウム	筋肉収縮、に重要。ナトリウムの過剰による高血圧の抑制。心拍を安定させ、卒中を予防。	ひじき、じゃが芋、バナナ、丸干しいわし、干し柿、干しぶどう	3000mg (3g)
鉄	赤血球の中のヘモグロビンを作る成分となる。エネルギー生成の補助。不足すると貧血、目まい、疲労、免疫力低下。	ほうれん草、ひじき、レバー、カキ（牡蠣）、パセリ、赤み肉、ブルーン。過剰症は心臓病、ガンの原因になるので、錠剤を飲んでいる人は摂取量に注意。	男10mg 女12mg
亜鉛	蛋白質代謝。血糖値調整に必要なインシュリンを構成している。マンガンと共に傷の回復促進。	魚介類、牛肉、豚肉、鶏肉、アーモンド、カキ（牡蠣）、米、たらこ	9mg
銅	鉄の働きを助け、ヘモグロビン生成に関わる。白血球の免疫機能生成にも必要。エネルギー生成補助。精子生成と男性の生殖機能を促進。	ナツツ類、豚レバー、牛レバー、納豆、カキ（牡蠣）、玄米	3mg
マンガン	骨の生成を助け、蛋白質、炭水化物の分解、脂肪代謝。すい臓、目の機能正常化。	アーモンド、小麦胚芽、米ぬか、米、納豆、栗、魚介類、肉類	4mg
セレンium (セレン)	ビタミンEと共に作用し、抗酸化力がある。がん細胞の成長抑制。疾病予防、正常な心臓や肝臓の維持。コレステロール値を低く保つ。	ウナギ、青魚、たらこ、カニ、米ぬか、こうじ	60μg
クロミウム (クロム)	中性脂肪、コレステロール値を下げ、インシュリン、血糖値の正常化。糖及び脂質代謝促進。高血圧や糖尿病防止。	あなご、玄米、ひじき、米、干し柿、青魚、ほたて貝、米ぬか、とうもろこし	50μg
ヨウ素 (ヨード)	甲状腺の働きを高め、新陳代謝促進。乳ガンの成長を抑制。エネルギー生成の関与。	海藻、青魚、白米、鶏肉	150μg
ホウ素 (ホウ酸、ボロン)	細胞の正常な働きを維持する。骨からのミネラルの流出を防ぎ、骨粗鬆症予防する。ビタミンDの働きを助ける。	緑黄色野菜、淡色野菜、果物。	400μg
ケイ素 (シリコン)	骨や蛋白質の一種であるコラーゲンの生成を補助をする。	玄米、海苔、ほたて貝、ひじき、米ぬか	9mg
モリブデン	尿酸の生成を抑制する。血液細胞の生成を助ける。	牛乳、豆、麦、玄米、白米、豚レバー、牛レバー	100μg
バナジウム	コレステロールの生成を抑える。エネルギー生産や補助をする。	ひじき、海苔、あさり、ほたて貝	100μg