

# 愛媛県内におけるアスパラガスハウス土壌特性の

## 類型化による低収量要因の検討

横田仁子・大森誉紀

Analysis of low yield factors in soil for cultivated asparagus in greenhouse in Ehime Prefecture

YOKOTA Satoko · OOMORI Takanori

### 要旨

西条市内にあるアスパラガスハウス 82 ヶ所を対象に土壌理化学性に関する実態調査を行い、クラスター解析による類型化を行った。調査したアスパラガスハウス土壌のうち、6割以上のハウスで塩基飽和度が100%以上であり、9割以上のハウスで可給態リン酸が適正範囲よりも過剰となっていた。一方、固相率、有効土層、透水係数等の土壌物理性は適正であった。収量および土壌調査結果を用いたクラスター解析から、調査したアスパラガスハウスは6グループに分類された。主なグループの特徴として、排水性の良い砂質土や砂質壤土ではCEC、腐植、ECが低い条件で収量が低く、排水性の悪い壤質土では交換性塩基、可給態リン酸含量が高い条件で収量が低い傾向が見られた。これらのことから同一産地内でも土壌の実態に応じた肥培管理が必要であることが示唆された。

キーワード：アスパラガス、土壌調査、クラスター解析

### 1. 緒言

2006年の愛媛県におけるアスパラガス栽培面積は約61ha、出荷量は614t、主な栽培型はハウス半促成長期どりで、栽培面積の5割以上が西条市に集中している（愛媛県農産園芸課，2008）。

西条市のアスパラガス産地では、1992年以降から急激に施設化が進み、高収量を維持しているハウスがある一方で、生育不良や株枯れの発生により低収量のハウスがある等、生産性にばらつきがあることが問題化している。

アスパラガスは多年生作物で、10年以上連続した栽培は可能であるが、病虫害の発生、過度の収穫、土壌理化学性の悪化により収量が低下していくことが指摘されている（日笠，2000）。また、多賀ら（1982）はアスパラガスの生産性と土壌型の関係には密接な関係があり、褐色低地土で生産性が最も高く、火山放出物未熟土および酸性褐色森林土では生産性が低いことを報告している。

そこで、本研究では西条市の82ハウスを対象として土壌の理化学性分析を行い、ハウス土壌の実態を把握した上で、クラスター解析によって土壌特性の類型化を試みた。

さらに、類型化されたグループ毎の土壌特性の実態と生産性との関連から肥培管理の方向性を明らかにしたので報告する。

### 2. 試験方法

#### 2.1 収量・株年数および有機物施用の調査方法

調査農家の収量・株年数は周桑農業協同組合から聞き取りをした。有機物施用アンケート調査は農家82名を対象に行い、70名から回答を得た。

#### 2.2 土壌採取方法および土性

2007年11月に土壌採取を行い、畝下15cmの土壌を根群域の土壌（以下、「根域土壌」）として採取した。畝間から検土杖で貫通した深さを有効土層とし、その際採取した土壌を下層土とした。根域土壌および下層土の土性は、粘着性、可塑性によってS、LS、SL、L、SiL、CL、SiCL、LiCを判断した。砂質土、砂質壤土、壤質土、粘質土、強粘質土の区分は、土壌・作物体診断マニュアル調査・評価編（愛媛県農林水産部技術指導課，1995）を参考にした。

### 2.3 分析方法

化学分析は根域土壌を供し、風乾後 2 mm のふるいに通したものをを用いた。pH (H<sub>2</sub>O)、EC はそれぞれ土壌と水の比率を 1 : 2.5, 1 : 5 で水抽出し測定した。腐植 (チューリン法)、交換性塩基 (原子吸光法)、可給態リン酸 (トルオーグ法) および CEC は定法で分析した。交換性塩基の含有量と CEC から塩基飽和度を算出した。可給態銅および可給態亜鉛は 0.1M 塩酸で抽出後、原子吸光法で測定した (日本土壌協会, 2001) また、根域土壌位置で 100ml 円筒を用いて土壌を採取し、実容積法測定装置 (DIK-1120, 大起製) で三相分布を測定した。飽和透水係数は変水位法で測定した。

各測定値の適正範囲は、愛媛県の土壌診断評価指標 (愛媛県農林水産部技術指導課, 1995) の、施設野菜栽培土壌の値を引用した。

### 2.4 統計分析の方法

単回帰分析では収量を目的変数とし、株年数、土壌調査結果を説明変数とした。土性 (下層土) は粘土含量の低い順に 1~8 まで置き換えた数値を用いた (表 1)。クラスター解析では統計処理ソフト JUSE-StatWorks を用い、デンドログラムの作成は Ward 法によった。土性は単回帰分析と同様に数値化したものを用い、EC、交換性塩基、透水係数は対数変換を行った数値を用いた。

### 3. 結果

#### 3.1 収量および株年数

図 1 に示すとおり、調査対象としたハウスの収量は平均 1497kg/10a で、1000~2000kg/10a が全体の 67% を占めた。1000kg/10a 以下が 18% となる一方で、2000kg/10a 以上が 15% であった。株年数の平均は 9.6 年で、10 年未満が 47%、10 年以上が 53% であった。

#### 3.2 有機物の種類および施用量

有機物の種類および施用量を図 2 に示した。有機物の種類は、牛糞堆肥が 71% でもっとも多く、次いで豚糞堆肥が 24% であった。施用量の平均は 4.5t/10a で、1t 未満が 15 件で全体の 21%、5t 以上が 17 件で全体の 24% を占めた。

#### 3.3 土性

根域土壌および下層土の土性を表 1 に示した。根域土壌は 82 地点中 61 点 (74%) が壤質土であった。下層土は 43 点 (52%) が壤質土で、砂質土および砂質壤土が 23 点 (28%)、粘質土および強粘質土が 16 点 (20%) であった。

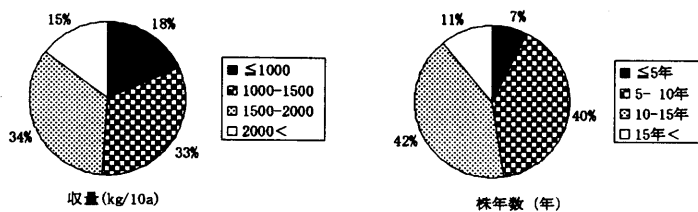


図 1 調査農家の収量および株年数の割合 (調査農家数=82)

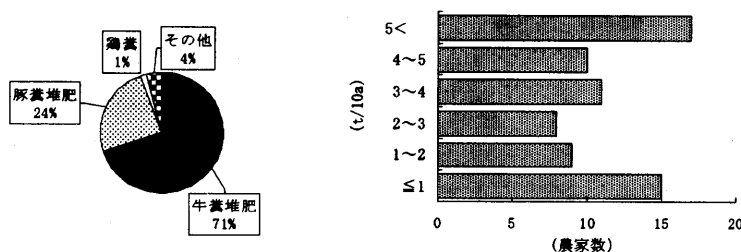


図 2 調査農家が使用する有機物の種類および施用量 (調査農家数=70)

3.4 土壌の理化学性

土壌理化学性の階級別頻度分布および平均値を図3に示した。

pH (H<sub>2</sub>O) の平均値は6.1で、49%のハウスが適正範囲にあり、20%のハウスで低かった。ECは26%のハウスが適正範囲であり、63%が低かった。腐植は適正範囲である5%以上のハウスが43%であり、不足のハウスは57%であった。CECは96%以上のハウスが適正範囲にあった。しかし、CECが適性範囲であるにもかかわらず、塩基飽和度100%以上の土壌が65%を占めており、塩基の過剰蓄積が明らかとなった。塩基バランスについてみると、適正なCa/Mg当量比を示すハウスは73%である一方、Mg/K当量比は60%のハウスが不足域を示し、交換性塩基のうち交換性加里含量が特に高いことがわかった。可給態リン酸の適正範囲は20~100mg/100gであるとされているが、その範囲にあるハウスの割合は7%に過ぎず、平均値は3倍以上となる379mg/100gで、93%のハウスで過剰に集積していた。可給態銅は93%のハウスで不足域にあった。可給態亜鉛は63%が適正範囲にあったが、26%が不足域にあった。

土壌物理性は、仮比重では84%、固相率では80%、透水係数では89%のハウスが適正範囲にあった。有効土層の平均値は44cmで、41%のハウスが適正範囲であった。

3.5 収量および土壌理化学性の相関関係について

収量と株年数は負の相関関係 ( $r=-0.416, p<0.05$ ) が認められたが、それ以外の理化学性および土性との間には、相関関係は認められなかった (表2)。

3.6 クラスタ解析による土壌の類型化について

調査した82カ所のハウス土壌は、図4に示す6グループに分類された。さらに、透水係数の対数値の低い順に並び替えたうえで、グループ別に求めた平均値を表3に示した。

AおよびBグループは、透水係数がそれぞれ1.9および2.0、土性はLS~SL、仮比重が1.16および1.18、固相率はいずれも44%、有効土層も40cm以下であり、他のグループに比べ有効土層が浅く排水性がよい砂質土や砂質壤土であった。EおよびFグループは、透水係数が3.2および4.5、土性はL、仮比重が1.24および1.25、固相率は47%および46%で、他のグループに比べ仮比重が高く排水性の悪い壤質土であった。CおよびDグループは、透水係数が3.7および3.1、土性はSL~L、仮比重が1.06および0.98、固相率は40%および38%で、排水性はAおよびBグループ、EおよびFグループの中間にあたり、砂質壤土や壤質土であった。すなわち、分類されたAからFの6グループのうち、AおよびBグループ、CおよびDグループ、EおよびFグループは、土性や土壌物理性がよく似た特徴をもつことがわかった。

収量においては、CおよびDグループは、いずれのグループも平均収量に近い値を示したが、AおよびBグループでは、AグループはBグループに比べ収量が36%低く、EおよびFグループでは、EグループはFグループに比べ収量が25%低く、収量に差がみられた。さらに、化学性においては、AグループのEC、腐植、CEC、塩基飽和度はBグループのそれに比べ低く、Eグループの塩基飽和度、交換性石灰、可給態リン酸がFグループのそれに比べて高かった。

表1 調査ハウス土壌の土性による分類

採取位置	土性								
	砂質土		砂質壤土		壤質土		粘質土		強粘質土
	S	LS	SL	L	SiL	CL	SiCL	LiC	
根域	1	2	3	4	5	6	7	8	
下層	0	9	10	41	20	0	1	1	
	3	7	13	14	29	6	8	2	

注) 土性は粘土含量の低い順に数値化。調査ハウス数=82

表2 収量と土壌理化学性の相関係数

株年数	pH(H <sub>2</sub> O)	EC	腐植	CEC	塩基飽和度	交換性加里	交換性石灰	交換性石膏	Ca/Mg当量比	Mg/K当量比	可給態リン酸	可給態銅	可給態亜鉛	仮比重	固相率	透水係数	有効土層	土性
-0.416	0.089	0.031	-0.048	0.021	0.129	0.028	0.084	0.136	-0.106	-0.163	-0.092	-0.118	0.081	-0.182	-0.123	-0.058	0.186	-0.112

注) \*は5%水準で有意。調査ハウス数=82

イチゴ 愛媛県内におけるアスパラガスハウス土壌特性の類型化による低収量要因の検討

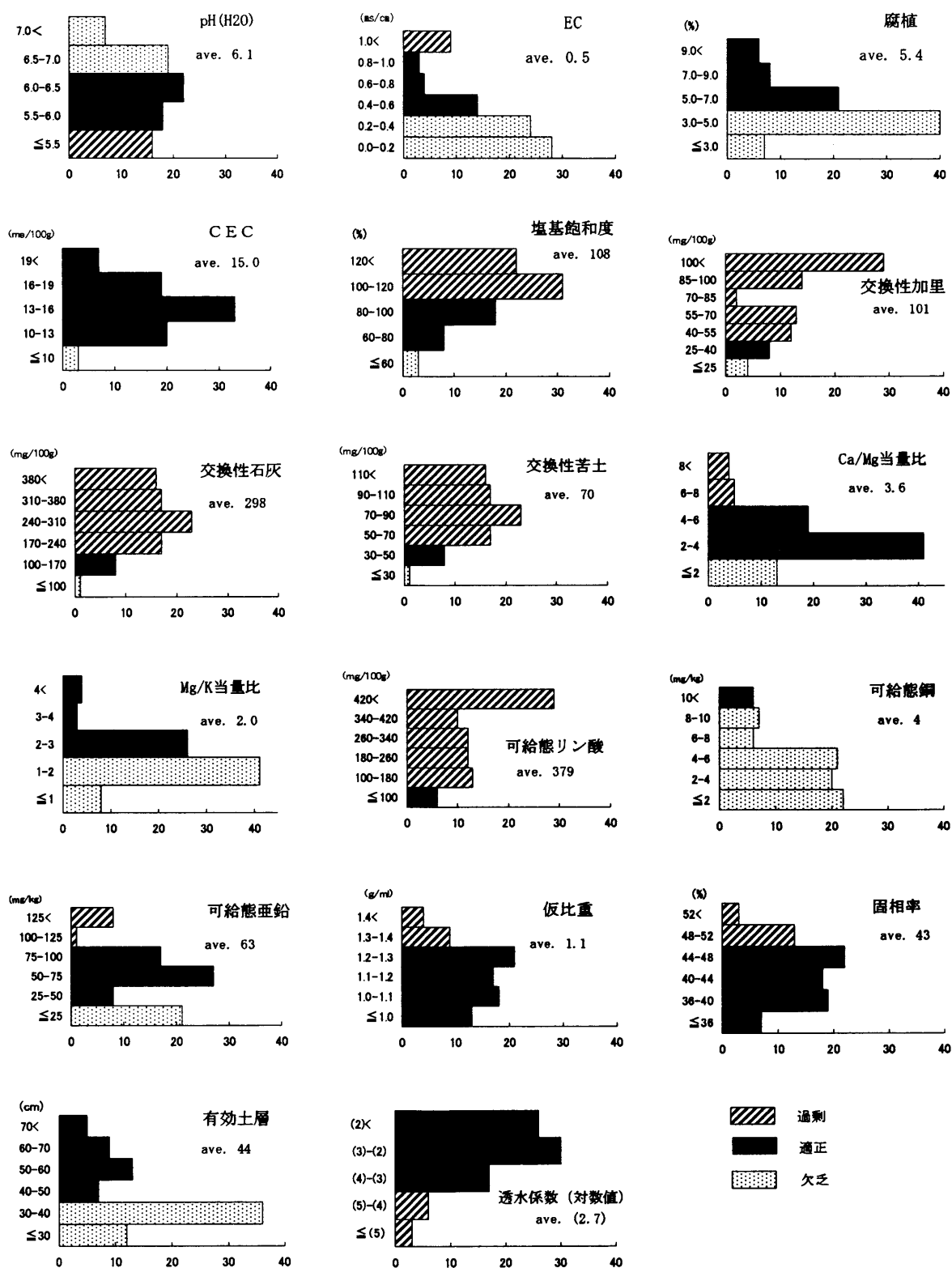


図3 土壌理化学性の階級別頻度分布 (n=82)

注1) 横軸は調査ハウス数を表す。

注2) 図中の ave. は平均値を示す。

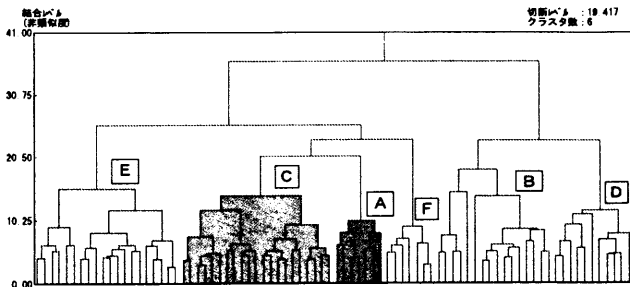


図4 ハウス土壌82点のデンドログラム

注) クラスタ解析の ward 法によった。

表3 クラスタ解析により類型化された各グループの平均値

	A	B	C	D	E	F
ハウス数	7	16	21	11	20	7
収量(kg/10a)	1105	1732	1483	1575	1321	1770
株年数(年)	10.0	9.4	10.2	9.5	9.8	6.6
透水係数(対数値)	(1.9)	(2.0)	(2.4)	(2.5)	(3.2)	(4.5)
下層土の土性	2.9	2.8	3.7	3.1	4.3	4.3
仮比重(g/cm <sup>3</sup> )	1.18	1.16	1.06	0.98	1.24	1.25
固相率(%)	44	44	40	38	47	46
有効土層(cm)	31	37	40	59	43	58
pH(H <sub>2</sub> O)	5.9	6.3	5.9	5.9	6.7	5.0
EC(ds/m)	0.18	0.59	0.24	0.67	0.25	0.22
腐植(%)	3.4	6.2	4.3	8.8	5.1	4.9
CEC(me/100g)	11	17	14	19	15	13
塩基飽和度(%)	90	132	97	116	117	62
交換性加里(mg/100g)	33	145	81	174	82	74
交換性石灰(mg/100g)	229	383	242	364	332	139
交換性苦土(mg/100g)	27	97	60	99	70	34
Ca/Mg当量比	6.0	3.0	3.2	2.9	4.1	3.5
Mg/K当量比	2.3	1.8	2.0	1.8	2.4	1.2
可給態リン酸(mg/100g)	236	454	258	651	426	151
可給態銅(mg/kg)	6	3	6	2	3	6
可給態亜鉛(mg/kg)	56	71	52	91	68	30

注) 土性は粘土含量の低い順に1~8まで数値化した。

#### 4. 考察

西条市に分布する土壌の種類は、丘陵地では褐色森林土壌、扇状地では排水良好な黄褐色土壌が大部分を占め、低地地域の河川沿岸は灰色土壌、海岸地帯の干拓地は排水不良なグライ土壌が分布している(農業技術研究所, 1967)。今回の土性調査においても、下層土の土性は従来の土壌の特徴をよく表したものであり、同じ作物の産地でも、砂質土から粘質土までばらつきがあることが明らかとなった。一方、根域土壌は粘質土、強粘質土の土性が減り7割以上

の地点で壤質土を示した。西尾(2007)は、堆肥を連用すると細砂や粗砂と同じサイズに堆肥が分解され、マクロ団粒の割合が増加することが指摘しており、今回の根域土壌の土性は堆肥施用によるものと推察された。

土壌の理化学分析については、物理性では概ね適正範囲であるが、化学性では交換性塩基および可給態リン酸が蓄積していた。井上(1998)は長崎県のアスパラガス産地でも同様の結果が確認しており、有機物施用と深耕の効果で他作物に比べ土壌物理性は良好である一方、過剰な施肥と家畜糞尿由来の有機物の連年多施用により交換性加里の集積が著しいとしている。今回のアンケート結果から、当産地においても牛糞堆肥を多量施用していることがわかった。西尾(2007)によると、家畜糞堆肥のなかで牛糞堆肥は相対的に加里が多く、牛糞堆肥の多量施用や連年施用で加里過剰が起きやすいことが指摘されている。そのため、当産地における土壌中の交換性加里の蓄積は牛糞堆肥の連用に起因していると考えられた。

一般に、土性や土壌物理性の違いにより土壌改善対策は異なり、透水性過良な砂質土においては、肥料および養分の溶脱流亡が激しく、収量・地力低下を起ししやすい。そのため、肥料分施による施肥率向上や有機物施用による地力減耗の防止が重要である(土壌保全調査事業全国協議会, 1979)。また、施設土壌においては表層に塩基類およびリン酸が蓄積しやすい(六本木ら, 2000)。このため、塩基類およびリン酸含有量が基準値以上の場合は、家畜糞堆肥や有機物の施用量を減らす必要があると考えられている(愛媛県農林水産部技術指導課, 1995)。

土壌分析結果の類型化にクラスタ解析を用いた報告は近畿中国四国農業研究センター(2006)に限られており、有機栽培圃場の類型化並びに土壌管理対応マニュアルについて報告されている。今回、アスパラガスハウス土壌はA~Fの6グループに類型化され、グループ毎に土壌特性と収量に特徴がみられた。以下に、具体的な肥培管理の方向性を示す。AおよびBグループの砂質土や砂質壤土では、Aグループの収量はBグループに比べ低く、CEC、腐植、ECも低かった。そのため、Aグループ土壌の改善方向としては、保肥力を向上させる目的で、牛糞堆肥等の増量施用や、緩効性肥料を利用する等の対策が有効と考えられる。

一方、EおよびFグループの排水性の悪い壤質土は、Eグループの収量はFグループに比べ低く、塩基類およびリン

一方、EおよびFグループの排水性の悪い壤質土は、Eグループの収量はFグループに比べ低く、塩基類およびリン酸が過剰に蓄積していた。これらの特徴から家畜糞堆肥をすでに多量に施用していると考えられるため、改善方向としては、塩基類およびリン酸が土壌診断により適性範囲に低下するまでの間、家畜糞堆肥の施用を控え、窒素主体の化成肥料や窒素単肥による肥培管理が有効であると考えられる。

### 謝辞

本試験の実施にあたり、統計分析法、特にクラスター解析について多くのご指導を頂いた近畿中国四国農業研究センター環境保全型野菜研究チーム堀兼明博士に深謝する。また、土壌採取等にご協力をいただいたアスパラガス部会並びに周桑農業協同組合、西条地方局産業振興課の関係各位に感謝の意を表す。

### 引用文献

- 井上勝広(1998)：施肥と灌水，農業技術体系野菜編8-②アスパラガス基礎編，農山漁村文化協会，p.133-136。  
愛媛県農林水産部技術指導課(1995)：土壌・作物体診断マニュアル，調査・評価編，p.1-16，p.71-76。  
愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課(2008)：平成18年産野菜類の生産販売統計，p.52-53

- 近畿中国四国農業研究センター(2006)：減化学肥料栽培・有機栽培のための土壌管理マニュアル，  
[<http://wenarc.naro.affrc.go.jp/index.html> からアクセス可能]  
多賀辰義・関口久雄・岩淵春郎(1982)：アスパラガスの生産性に及ぼす環境要因の解析 第2報 土壌型の特性と生産性，特に根群分布と土壌肥沃との関係，北海道立農試報，47，66-77。  
土壌保全調査事業全国協議会(1979)：日本の耕地土壌の実態と対策，p.16-35。  
西尾道徳(2007)：堆肥・有機質肥料の基礎知識，p.52-55，p.86-125。  
日笠裕治(2000)：アスパラガスにおける生育特性と根部の糖類集積特性に基づく生産の持続性に関する研究，北海道立農試報，94，1-72。  
六本木和夫・加藤俊博(2000)：野菜・花卉の養液土耕識，p.14-19。  
財団法人日本土壌協会(2001)：土壌機能モニタリング調査のための土壌，水質及び植物体分析法，p.3-156。  
農業技術研究所(1967)：土地調査報告第十号「西条」，p.3-5。

### Abstract

We assessed the physics and chemistry of soil used for asparagus cultivation in 82 greenhouses in Saijo City, Ehime Prefecture. We first performed typification by cluster analysis and then analyzed low yield factors based on a soil survey. We found that more than 60% of fields where the degree of base saturation was more than 100%, and more than 90% of fields where the available phosphate was over the proper range. On the other hand, from soil physics, the solid phase rate, effective soil layer and coefficient of permeability all showed proper values. The results of cluster analysis for yield, soil texture and soil physics and chemistry showed that these fields could be classified into 6 groups. The features of the main groups were summarized as follows. In sandy loam soil fields, the yield became low when cation exchange capacity, humus and electric conductivity of soil were low values. In loam fields, the yield became low when base saturation and phosphate level of soil were high values. We pointed out that in the same area of production, fertilizer management needed to consider the soil texture.