

Soil Characteristics in the Field of Continuous Mono-cropping of Spinach in Vinyl House with Low Input of Chemical Fertilizer

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): hill-farming areas, vinyl house, spinach, continuous mono-cropping, soil characteristics, water soluble ions, groundwater level 作成者: 堀, 兼明, 浦嶋, 泰文, 塩見, 文武, 太田, 雅也 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001471

ハウレンソウの減化学肥料ビニルハウス栽培農家土壌の実態 — 京都府夜久野町の事例 —

堀 兼明・浦嶋泰文*・塩見文武**・太田雅也***

Key words : hill-farming areas, vinyl house, spinach, continuous mono-cropping, soil characteristics, water soluble ions, groundwater level

目 次

I 緒 言	67	1 土壌管理の相違と欠株率との関係	76
II 材料および方法	68	2 土層要因の問題点	76
1 調査1：圃場管理の概況，土壌断面， 貫入抵抗，作土の理化学性調査	68	3 作土の理化学性の問題点	76
2 調査2：地下水位調査	68	4 作土の水溶性イオンの問題点	77
III 結 果	69	5 地下水位の問題点	79
1 調査1：圃場管理の概況，土壌断面， 貫入抵抗，作土の理化学性調査	69	6 土壌要因の問題点に対する対策	79
2 調査2：地下水位調査	73	V 摘 要	80
IV 考 察	76	謝 辞	80
		引用文献	80
		Summary	82

I 緒 言

近畿・中国地域の中山間地域の野菜栽培においては、都市に近いという特徴を活かして多様な形態で生産が行われている。そして、近年の消費ニーズを反映して、有機栽培や減化学肥料栽培を志向する傾向が強まっている。有機認証制度の施行は、いうまでもなくこうした傾向の追い風となっている。しかし、家畜ふん堆肥に偏重した有機栽培土壌は必ずしも環境に優しいとは限らないことを、これまでに筆者ら³⁾は有機栽培農家圃場の土壌の実態に基づいて報告してきた。近畿中国四国農業研究センターは都市近接性中山間農業の持続的発展技術の開発を研究

目標の一つとしている。この一つの柱として、ハウレンソウの生産安定、高品質化、省力化等の技術開発を行い、周年生産技術体系の確立に関する研究を行ってきた。

調査対象地域である夜久野町は典型的な都市近接性中山間地域であり、町の重点野菜の一つとして、ビニルハウスによるハウレンソウの減化学肥料栽培がある。ハウレンソウの周年生産の安定化のためには、連作などに伴う生育障害の軽減技術の確立が重要である。そこで、現地圃場における生育障害発生状況およびそれに関与する土壌要因の抽出のための調査を行ったので報告する。

(平成13年12月2日受理)

野菜部

* 現野菜茶業研究所

** 元中国農業試験場

*** 現京都府農林水産部

本報告の一部は土壌肥料学会関西支部会（1996：松山）で報告した。また作土の化学性および土層の不良要因については夜久野町ハウレンソウ部会の総会で農家に報告した。

II 材料および方法

1 調査1：圃場管理の概況，土壤断面，貫入抵抗，作土の理化学性

1) 圃場管理の概況調査

京都府福知山農業改良普及センターの協力により，本地域のハウレンソウ栽培ビニルハウス農家圃場約50のうち17ヶ所の調査圃場を選定し，ビニルハウスの建設年次，暗きょ・客土・土壤消毒・輪作・深耕・冬期のビニル除去の有無，堆肥などの種類と施用量の聞き取り調査を行った。

2) 土壤断面および貫入抵抗の調査

上記17圃場について，ビニルハウスの中央付近の畦を対象として，検土杖による土壤断面調査，ジピリジルによる下層土の還元状態の調査，貫入式土壤硬度計（大起理化DIK-5521）による、根が比較的自由に伸長できる土層深，すなわち圧密層または礫層が出現するまでの深さを調査した。調査時期は1995年9～10月に行った。併せて，ハウレンソウの生育状況として，欠株率を，生育最盛期から収穫期において，圃場全体を達観し欠株面積率で判断した。したがって，この中には発芽しなかったものと幼植

物期に病虫害で株が消失したものの両者が含まれている。生理障害や病害の有無については，生育している株のうち，面積率で概ね10%以上に達したものを被害ありと判定した。

3) 作土の理化学性

上記の土壤断面調査時に作土を採取し，土壤の理化学性（土壤懸濁液のpHおよびEC，交換性塩基，無機態窒素，可給態リン酸，全炭素，全窒素，CEC，水溶性の陰イオンおよび陽イオン）を分析した。また，適正範囲は既報に準じ，4つの診断基準値^{2,7,8,11)}を参考にした。

2 調査2：地下水位調査

夜久野町のハウレンソウ栽培ビニルハウス2圃場を対象とし，褐色低地土であるX圃場については圃場のうちの水田造成時の切土部位と盛土部位に，塩化ビニル製の地下水位測定用パイプ（1.5m）各1本を設置した。多湿黒ボク土圃場であるY圃場については2棟のビニルハウスの切土部位に各1本ずつ設置した。地下水位の調査は1998年6月～11月に農家に調査を依頼した。

第1表 調査圃場のビニルハウス建設年，暗渠・客土・土壤消毒
ビニル外し・輪作の有無および有機物施用状況

農家	地域名	ビニルハウス				ビニル			有機物 量x回数	堆肥施用量 (t/10a/年)	
		建設年	暗渠	客土	土壤消毒	深耕	外し	輪作			
A	板生中	1986	なし	なし	ハースミト [*] 1994	なし	あり	なし	豚ふん堆肥，豆がら，スサキ	1.5tx2	3.0
B	中千原	1986	なし	なし	なし	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥，豆がら	3.5tx3.5	12.3
C	今西中	1986	なし	なし	ハースミト [*] 1991	トラクター	なし	トラガ [*] 1994	豚ふん堆肥，麦わら，がら	3.5t	3.5
D	みなもと	1987	なし	なし	ハースミト [*] 1994	トラクター	あり	なし	豚ふん堆肥，切りわら	4tx2	8.0
E	山金	1988	なし	なし	ハースミト [*] 1992, 93	なし	あり	なし	鶏ふん，モミがら	3tx3	9.0
F	今西中	1988	なし	なし	ハースミト [*] 1992	なし	なし	なし	豚ふん堆肥，豆がら，わら	9t	9.0
G	板生中	1989	なし	あり1995	なし	トラクター	あり	なし	豚ふん堆肥，モミがら	3tx3.5	10.5
H	板生中	1989	なし	あり1995	ハースミト [*] 1992	トラクター	あり	なし	豚ふん堆肥	3tx3.5	10.5
I	平水	1989	なし	なし	ハースミト [*] 1993 及び太陽熱 [*] 1995	トラクター	なし	サ [*] 苗1995	豚ふん堆肥，モミがら	不明	不明
J	日置	1989	なし	なし	ハースミト [*] 1993	トラクター	なし	なし	豚ふん堆肥	4.5t	4.5
K	上千原	1989	なし	なし	なし	なし	なし	春菊1990, 93	豚ふん堆肥，モミがら	7t	7.0
L	今西中	1989	なし	あり	石灰窒素1992	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥，わら	6t	6.0
M	末	1990	なし	なし	ハースミト [*] 1992	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥，モミがら	7t	7.0
N	下千原	1990	なし	あり1995	ハースミト [*] 1994	耕耘機	なし	なし	豚ふん堆肥	6t	6.0
O	畑	1990	なし	あり1990	なし	なし	あり	なし	豚ふん堆肥，豆がら，刈草	3.5tx2	7.0
P	畑	1990	なし	なし	なし	なし	あり	なし	豚ふん堆肥，刈草	4t	4.0
Q	副谷	不明	なし	マサ土	不明	不明	不明	2年前水田	豚ふん堆肥	不明	不明

*太陽熱：太陽熱利用ビニルハウス密閉土壤消毒

Ⅲ 結 果

1 調査1：圃場管理の概況，土壌断面，貫入抵抗， 作土の理化学性調査

1) 栽培，土壌管理の実態調査

調査対象圃場の土壌管理の概況を，第1表に示した。当地域は，中山間の水田に建設されたビニルハウスにおけるハウレンソウの周年栽培が行われており，産地としては10年程経過している。ビニルハウス建設以降の栽培年数は調査時点で5～9年であった。一部でトウガラシやシュンギク，ネギなどと輪作されていた。施用されている有機物は，同町内で生産されているおがくず入り豚ふん堆肥を主としており，中には豆ガラやササ，稲わら，麦わらなどを併用している圃場もあった。これらの堆肥の年間施用量は，3～12t/10aであった。化成肥料や有機質肥料を量は少ないが併用している圃場が多いとのことであった。ちなみに，同町農協の施肥基準は窒素

15kg/10aである。また冬期にハウスのビニルを除去している圃場もみられた。土壌消毒はバスマリドを以前に行っていた圃場が多いが最近は使用されていなかった。また，太陽熱利用土壌消毒や石灰窒素施用を行っている圃場もみられた。深耕は行われておらず，トラクターや耕耘機による耕耘のみであった。また客土を行っている圃場も見られた。暗きよの施工圃場はなかった。

水田時の土壌調査結果(京都府農総研，昭和50年)⁵⁾によると，当地域の土壌タイプは細粒黄色土，褐色低地土，灰色低地土，グライ土壌に分類されているが，今回の調査ではグライ土壌は認められなかった。

2) 土壌断面調査および貫入抵抗調査

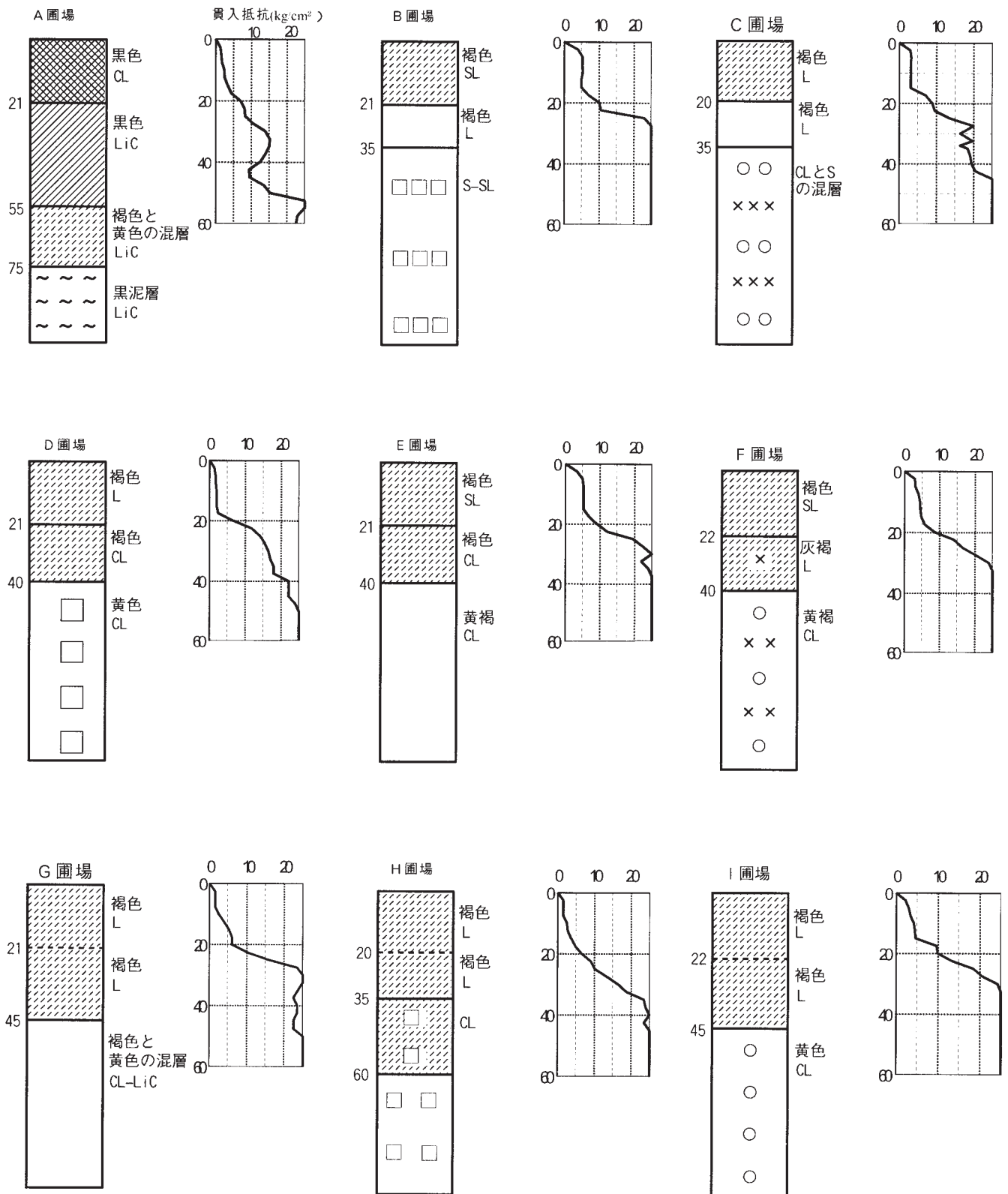
土壌断面および貫入抵抗調査の結果を第1図に示した。礫層は，ほとんどの圃場で60cm以内に認められず有効土層が深い。中には35cmの深さに礫層が出現する圃場があった。貫入抵抗測定により，

第2表 ホウレンソウの生育状況と圧密層の出現する深さおよびジピリジル反応の有無

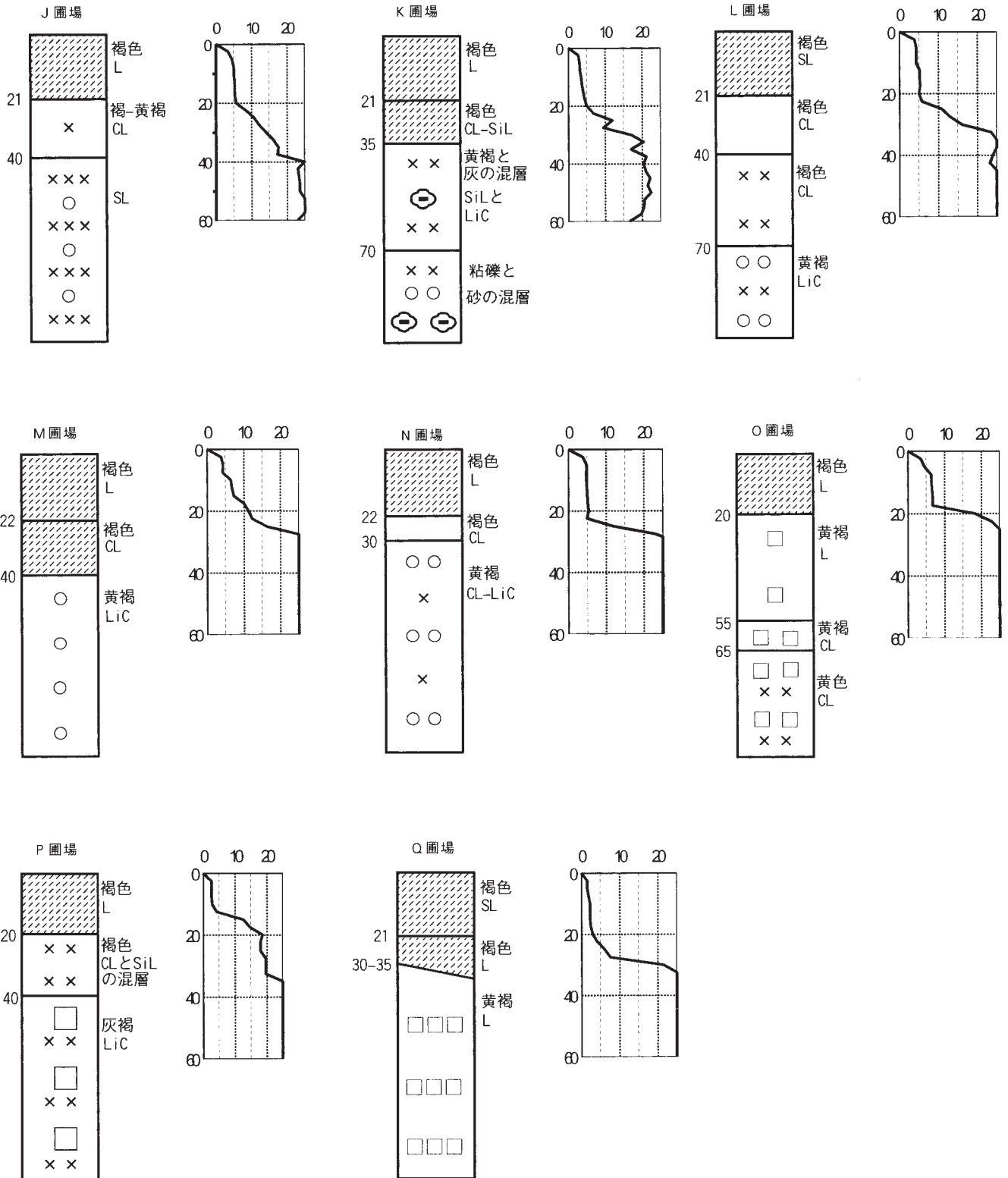
農家	生理障害	欠株率		圧密層* (cm)	ジピリジル 反応
		(%)	病害**		
A	なし	40	立枯	57	全層なし
B	なし	40	立枯	25	全層なし
C	黄化葉多	20	立枯	34	全層なし
D	なし	30	なし	44	全層なし
E	なし	55	立枯・萎凋	27	全層なし
F	なし	15	立枯	29	全層なし
G	なし	30	立枯	28	全層なし
H	なし	20	立枯・萎凋	35	全層なし
I	なし	20	立枯	28	全層なし
J	なし	20	立枯	45	全層なし
K	なし	40	立枯	44	+(35cm以下)
L	なし	15	立枯	34	全層なし
M	なし	40	萎凋	27	全層なし
N	なし	20	立枯	28	全層なし
O	なし	15	立枯	21	全層なし
P	黄斑葉多	20	立枯・萎凋	31	全層なし
Q	なし	70	立枯・萎凋	30	全層なし

*：圧密層または礫層で，貫入抵抗が25kg/cm²以上である土層の出現する深さ。

**：立枯は，リゾクトニアまたはピシウムなどによる，発芽後の病害。萎凋はフザリウムによると思われる病害。



第1図-1 調査圃場の土壌断面および貫入抵抗



第1図-2 調査圃場の土壌断面および貫入抵抗

作物根の伸長阻害を生じる25kg/cm²以上の硬度の土層が、ほとんどの圃場で50cm以内に出現し、30cm以内に出現する圃場も半数以上を占め、圧密による下層土の物理性不良が認められた。そして、この圧密層の土性は粘質～強粘質の圃場が多かった。

また、ジピリジルによる2価鉄反応の調査結果を第2表に示したがジピリジル反応は、1圃場でのみ認められたがその程度は軽く、下層土の酸素不足の問題は小さいと判断された。

3) ホウレンソウの生育状況

ホウレンソウの生育状況を第2表に示した。ここで、立枯はリゾクトニアまたはピシウムなどによる、発芽後の病害であり、萎凋はフザリウムによると思われる病害である。生育最盛期から収穫期において不発芽や立枯れによる欠株率は15～70%であり、夏期の生育が不安定であることが確認された。また可視的な生理障害は2圃場でのみ認められ、養分問題による障害は少ないと判断された。一方、立枯れや萎凋症状はほとんどすべての圃場で認められた。

4) 作土の化学性

作土の化学性の分析結果を第3、4、5表に示した。pHは5.8～6.9の範囲にあり、ほぼ適正であった。ECは8圃場で適正範囲を超え、そのうち5圃場では1mS/cmを超えており塩類集積が認められた。全炭素含量は2.4～6.6%の範囲であり、炭素率は10.1～12.1の範囲であった。交換性塩基含量のうち適正範囲を超えている圃場は、カルシウムでは12圃場、マグネシウムでは15圃場、カリウムでは17圃場すべてであった。ナトリウムは7～30mg/100gが検出された。交換性マンガンは5圃場で欠乏領域にあった。他は適正範囲にあった。塩基バランスのうち、Ca/Mgはすべての圃場で適正であった。Mg/Kはすべての圃場で適正範囲より低かったが、この原因はカリウムの過剰によるものである。CECは17～37の範囲で概して高かったが、交換性塩基含量が多いため塩基飽和度の適正範囲である80%をすべての圃場で超えていた。水溶性塩基含量は、カリウムおよびマグネシウムが多く、特にカリウムは水溶性でも交換性カリウムの適正範囲を超えている圃場が多かった。交換性塩基に占める水溶性塩基の割合は、

第3表 作土のT-C, N, pH, EC, 交換性塩基含量, 塩基バランス

農家	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	交換性塩基(mg/100g)					塩基バランス	
						CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	Ca/Mg	Mg/K
A	6.28	0.37	4.5	0.37	12.1	372	109	148	7	0.10	2.45	1.73
B	5.96	1.45	5.3	0.48	10.9	427	151	230	19	0.47	2.04	1.53
C	6.76	0.76	2.7	0.27	10.1	241	61	167	10	0.64	2.84	0.85
D	6.65	0.54	4.4	0.41	10.7	490	102	211	6	0.14	3.44	1.14
E	6.23	1.06	5.9	0.53	10.3	370	155	300	24	0.34	1.71	1.21
F	6.89	0.56	2.4	0.23	10.2	340	60	76	8	0.18	4.05	1.84
G	6.77	0.77	4.3	0.39	11.0	289	136	268	21	0.72	1.52	1.19
H	6.71	0.81	6.6	0.60	11.0	457	188	354	30	0.12	1.75	1.24
I	6.11	1.39	4.6	0.46	10.1	506	187	285	20	0.24	1.95	1.53
J	6.71	0.70	3.5	0.32	10.7	372	98	174	17	0.16	2.73	1.32
K	6.58	0.49	6.1	0.53	11.5	534	169	239	26	0.21	2.27	1.66
L	6.60	0.67	3.3	0.28	11.7	228	83	210	21	0.80	1.98	0.92
M	6.44	1.35	6.5	0.61	10.7	399	254	398	22	0.22	1.13	1.49
N	5.85	0.74	5.3	0.51	10.4	334	158	318	23	0.25	1.52	1.16
O	6.84	1.44	4.4	0.41	10.7	261	126	331	18	0.31	1.49	0.89
P	6.26	0.94	6.1	0.52	11.7	635	115	336	9	0.35	3.96	0.80
Q	6.51	1.07	4.2	0.39	10.8	229	139	194	22	0.31	1.19	1.67
適正範囲	6-6.5	0.3-0.8				250-320	50-75	15-50		0.2-4	4以下	2以上

カルシウム、マグネシウムおよびカリウムでは30%程度以下であるが、ナトリウムでは55~80%と高かった。

有効態リン酸含量はすべての圃場で著しく適正範囲を超えていた。無機態窒素のうち、硝酸態窒素含量は12圃場で適正範囲を超えており、アンモニア態窒素はすべての圃場で適正範囲を超えていた。また、亜硝酸態窒素含量はすべての圃場で問題はなかった。水溶性陰イオンのうち塩素は、5圃場で適正範囲を超えて多く、硫酸根は1圃場で適正範囲を超えていた。

2 調査2：地下水位調査

地下水位調査地点の土壌断面を第2図に、また褐色低地土であるX圃場の地下水位の変動を第3図に、多湿黒ボク土であるY圃場の地下水位の変動を第4図に示した。褐色低地土圃場における地下水位の変動は、水田造成時の盛土・切土部位によって著しく異なり、盛土部位では夏季（6月~9月中旬）はほとんど70cm以下で低く推移し、秋期（9~10月）の台風による大雨時においても一時的な上昇に

留まった。一方、切土部位では、隣接する水田で水稲栽培が行われる夏季に30~40cmに上昇する期間が継続し、秋期も25~35cmで高く推移した。

こうした地下水位の変化を反映して、切土部位では作土下の15~25cmにおいて地下水の影響に伴う斑紋に富む層となっており、25~30cmに出現する円礫に富む層の上部にはさし水が認められた。更に、25~50cmの層にはグライ斑が認められ、50cm以下の粘礫層はグライ層となっていた。一方、盛土部位では95cmで湧水面が見られるものの、さし水やグライ斑、グライ層は見られなかった。

多湿黒ボク土圃場の切土部位における地下水位は調査した2棟のビニルハウス間に大差はなく、6~11月の大半が40cm以内で高く推移した。この2棟のビニルハウスの地下水位測定地点の土壌断面には大差はなく、50cmまたは60cm以下にグライ斑に富む層が出現し、80cm以下は黒泥層またはグライ層となっていた。また、さし水も両地点で認められた。

このように、地下水位上昇に対する対策が必要な圃場の存在が明らかとなった。

第4表 作土のCEC、塩基飽和度、水溶性陽イオンとその交換性イオンに占める割合

農家	CEC meq/100g	飽和度 %	水溶性の塩基(mg/100g)				交換性塩基に占める割合(%)			
			CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
A	18.0	122	24.3	12.5	22.0	4.9	6.5	11.5	14.9	75.8
B	23.6	119	40.1	20.6	40.2	13.1	9.4	13.7	17.5	68.7
C	18.0	86	38.0	15.0	34.7	8.0	15.8	24.6	20.8	76.7
D	23.9	114	61.0	36.8	34.7	4.7	12.5	35.9	16.4	74.8
E	25.6	110	40.8	14.4	93.1	18.5	11.0	9.3	31.1	77.7
F	16.7	102	54.6	16.3	10.1	6.0	16.0	27.0	13.2	72.8
G	17.3	136	62.0	48.9	78.9	17.2	21.5	35.9	29.4	80.8
H	28.5	120	28.4	22.7	78.0	20.8	6.2	12.1	22.0	69.4
I	28.4	120	66.3	39.5	63.8	14.9	13.1	21.1	22.3	73.7
J	19.8	113	49.4	22.5	34.4	13.1	13.3	23.1	19.8	75.1
K	27.0	123	95.1	53.5	57.0	19.6	17.8	31.6	23.9	76.7
L	17.8	98	45.5	25.1	51.4	15.4	19.9	30.3	24.4	73.7
M	37.4	96	17.7	18.4	52.5	12.2	4.4	7.2	13.2	55.2
N	24.9	110	25.9	22.5	68.3	15.5	7.7	14.3	21.5	68.9
O	21.3	109	21.1	16.9	83.5	12.2	8.1	13.4	25.2	68.9
P	24.6	146	114.3	32.7	80.3	6.6	18.0	28.3	23.9	73.9
Q	17.2	116	49.0	45.3	51.2	17.5	21.4	32.7	26.4	78.0

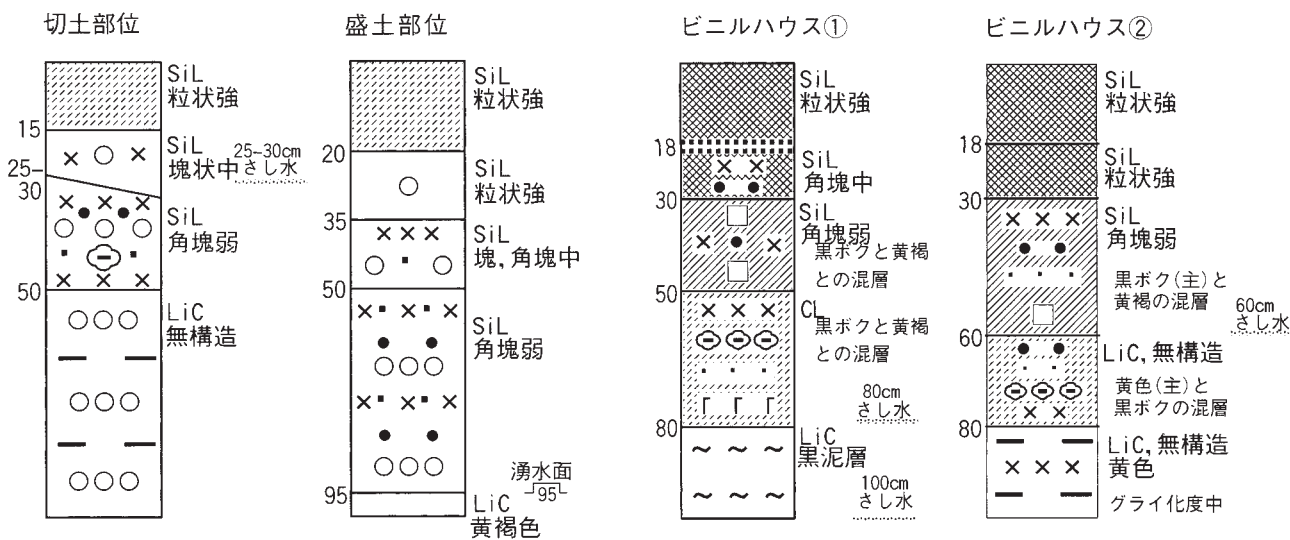
第5表 作土の可給態リン酸，無機態窒素，陰イオン

農家	Truog-P ₂ O ₅ (mg/100g)	無機態 N (mg/100g)			陰イオン(mg/kg)*	
		NO ₃ -N	NH ₄ -N	無機N計	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
A	285	12.6	1.5	14.1	58	61
B	435	31.0	2.5	33.4	132	59
C	185	16.5	1.9	18.3	204	77
D	379	28.4	2.4	30.8	81	53
E	560	59.5	2.1	61.6	254	154
F	206	17.5	1.5	19.0	70	126
G	387	58.9	2.2	61.1	291	228
H	629	33.7	3.4	37.0	252	87
I	501	37.9	1.7	39.6	196	255
J	252	14.0	1.9	15.9	175	197
K	349	58.1	2.3	60.4	466	219
L	164	29.7	1.6	31.3	252	120
M	668	17.2	2.2	19.4	63	46
N	402	27.4	2.9	30.3	171	74
O	484	24.9	2.5	27.4	121	71
P	513	68.2	2.1	70.4	137	231
Q	344	45.3	1.9	47.3	238	172
適正範囲	40-80	10-20	1.25>		250>	250>

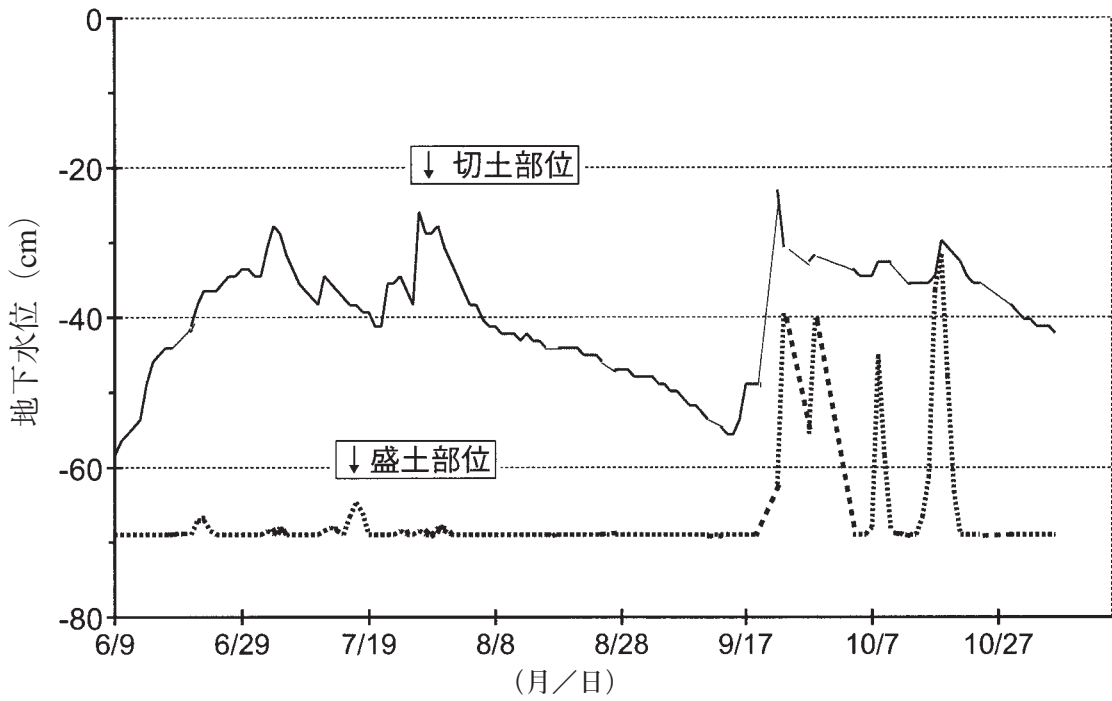
*陰イオンのうち、NO₂は検出限界 (0.08mg/kg) 未満であった。

褐色低地土圃場

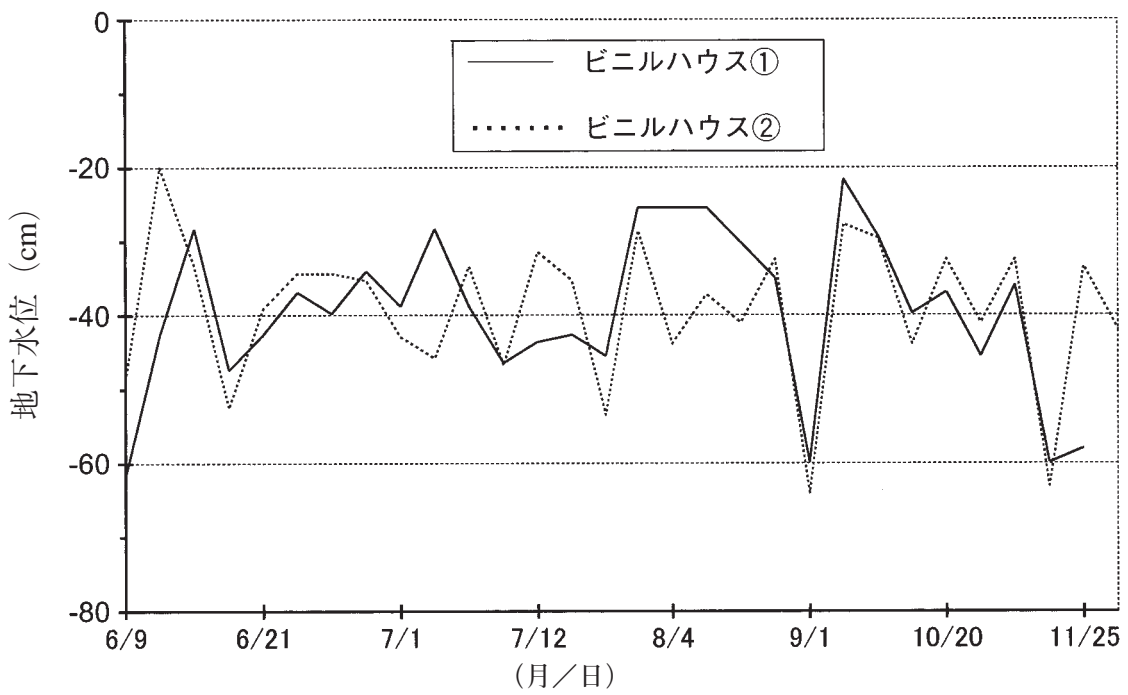
多湿黒ボク土圃場



第2図 地下水位調査点の土壤断面



第3図 褐色低地土圃場における地下水位の変化



第4図 多湿黒ボク土圃場における地下水位の変化

第6表 土壌管理の相違と欠株率との関係

要因	水準	平均	標準偏差	変動計数	最大値	最小値	n	t検定
礫・圧密層	30cm以内	29.4	14.5	49.4	55	15	8	10% NS
	30cm以下	25.6	9.8	38.2	40	15	8	25% NS
ハウス年数	7年以上	33.3	14.7	44.2	55	15	6	10% NS
	6年以下	24.0	9.4	39.0	40	15	10	25% 有意
客土	なし	30.9	12.8	41.4	55	15	11	10% 有意
	あり	20.0	6.1	30.6	30	15	5	25% 有意
土壌消毒	なし	29.0	11.4	39.3	40	15	5	10% NS
	あり	26.8	12.9	48.1	40	15	11	25% NS
ビニル外し	なし	25.6	11.0	43.1	40	15	9	10% NS
	あり	30.0	13.8	46.1	55	15	7	25% NS
輪作	なし	27.7	12.7	45.8	55	15	13	10% NS
	あり	26.7	11.5	43.3	40	20	3	25% NS
堆肥種類	堆肥のみ	35.0	18.0	51.5	70	20	9	10% NS
	その他*	24.4	10.8	44.5	40	15	8	25% 有意
堆肥量**	6t以下	23.0	9.7	42.4	40	15	5	10% NS
	7t以上	30.5	13.2	43.3	55	15	10	25% NS

* その他：堆肥にわら類，雑草，カヤなどを混合したもの

** 堆肥量：t/10a/年

Ⅳ 考 察

1 土壌管理の相違と欠株率との関係

土壌管理の相違が欠株率に及ぼす影響を解析した結果を第6表に示した。この結果によれば、礫層または圧密層の出現する深さ、過去の土壌消毒の有無、ビニルの除去の有無および輪作導入の有無は危険率25%でも有意差が認められなかった。一方、ビニルハウス建設後の経過年数および堆肥の種類では危険率25%で有意差が認められた。すなわち、ビニルハウス建設後7年以上の圃場では6年以下の圃場よりも欠株率が高い傾向が認められた。また、施用堆肥の種類が豚ふん堆肥にわら類，雑草，カヤなどを混合した場合は豚ふん堆肥のみの場合よりも欠株率が低い傾向が認められた。堆肥の年間施用量は25%危険率でも有意差は認められなかったものの堆肥施用量が多いほど欠株率が高い傾向であった。また、客土を行っていない圃場では、客土をおこなっている圃場よりも危険率10%で、欠株率が高かった。

これらの解析結果は、欠株の原因に対応した詳細な今後の検討が必要ではあるが、ハウレンソウの夏季の生産不安定に対する対策技術の重要な項目であると考えられる。

2 土層要因の問題点

土壌断面においては、礫層が出現するまでの有効土層は多くの圃場で深い、圧密層が浅い位置に認められる圃場が多かった。これはビニルハウス建設後に耕耘機またはトラクターのみの耕耘に頼っており、深耕が行われていないことによるものであろう。また、一部には礫層が浅い位置から出現し、有効土層が浅い圃場も認められた。これは水田造成時に既に有効土層が浅かったことによるものであろう。これらの土層の状況を反映して、貫入抵抗値が適正範囲を超えており、根が自由に伸長しにくい土層が、かなり浅くから出現する圃場が多かった。この圧密層の土性は粘質～強粘質の圃場が多いので、生産安定化のためには、計画的な下層土への粗大有機物施用と併せた深耕や客土が必要かつ有効な土層改良対策と考えられる。

3 作土の理化学性の問題点

ハウレンソウの欠株率と、個々の可給態または交換性成分含量および塩基バランスとの相関関係を検討したところ、上記のように個々の養分含量や塩基バランスは適正範囲から外れるものの、欠株率との間には明確な相関関係は認められなかった (pH:

$r = -0.36$, EC: 0.20, CaO: -0.08 , MgO: 0.33, K₂O: -0.01 , MnO: -0.11 , Ca/Mg: -0.41 , Mg/K: 0.46, P₂O₅: 0.20). 当地域では、農業改良普及センターにより作土の化学性が年間1~2回調査されており、その結果に基づく施肥改善対策が農家に報告されているとのことであった。しかし多くの肥料成分が過剰領域にあり、塩基バランスも適正範囲から外れている圃場が多かった。これらの過剰な値は直ちにハウレンソウに可視的障害を生ずるものとは考えられないし、本調査結果では欠株率と直接に相関関係を示す成分も見あたらなかったが、好ましい、言い換えれば健全な状態ではないと思われる。

以上のような成分の蓄積は土壤管理概況から見ると、主に有機物の多量施用によるものではないかと推察される。上沢¹⁰⁾の全国の有機物施用と収量に関するまとめによれば、年間5t以上ではかえって収量が低下するとしている。本ハウレンソウの産地は、一斉収穫ではなく間引き収穫であるので、生育遅延障害が生じていたとしても、可視的な生理障害が生じていなければその障害は認識されにくいこととなる。本地域では、上記の様に肥料成分の過剰状態にあることから、欠株とならないまでも生育遅延障害が生じている可能性は否定できない。ただし、本調査においてはこの点を解明するための試験を実施していないので可能性の指摘に留めたい。

4 作土の水溶性イオンの問題点

ECが高い圃場がかなり多く見られたことから、ECと水溶性陰イオンおよび陽イオンとの関係を検討し、結果を第5図に示した。測定した陰イオンの合計と陽イオンの合計との間には当量関係が認められなかった。筆者らは既報³⁾で有機栽培土壌において当量関係が認められない場合があることを報告したが、本調査ではその程度が著しく、陰イオン合計値は陽イオン合計値の1/3程度に留まった。pHがほぼ中性であることから、この陰イオンの不足分としては炭酸イオンや重炭酸イオンおよび有機酸の寄与が推察される。ただし、本調査においてはこれらの成分の分析を行っていないので今後の課題としたい。

陰イオンのうちでは、塩素イオン含量が最も多く次いで硝酸イオン、硫酸イオンの順であり、リン酸

イオン含量は少なかった。化学肥料主体の施肥では陰イオンのうち、硝酸イオンが最も多いとされている⁴⁾。また既報³⁾では肥料成分の大半を牛ふん堆肥に依存している有機栽培農家圃場について検討したが、それらの圃場では陰イオンのうち硫酸イオンが最も多かった。本調査対象圃場において塩素含量が多かったことの要因は豚の尿由来と推定される。ECと各々の陰イオンとの間には高い相関関係が認められた。ECと硝酸イオンとの間には、硫酸イオンが多い場合などに相関関係が認められない場合⁹⁾があるが、本調査ではECと硝酸イオンとの間に高い相関関係が認められた。このことは、今後当地域内で土壤診断を行う場合、野菜の生育に最も大きな影響を及ぼす硝酸含量をECで推定できる可能性を示している。

また、陽イオンのうちではカルシウム、マグネシウムが多く、次いでカリウム、ナトリウムの順であった。これらのイオンは概ねECとの間に相関関係が認められた。

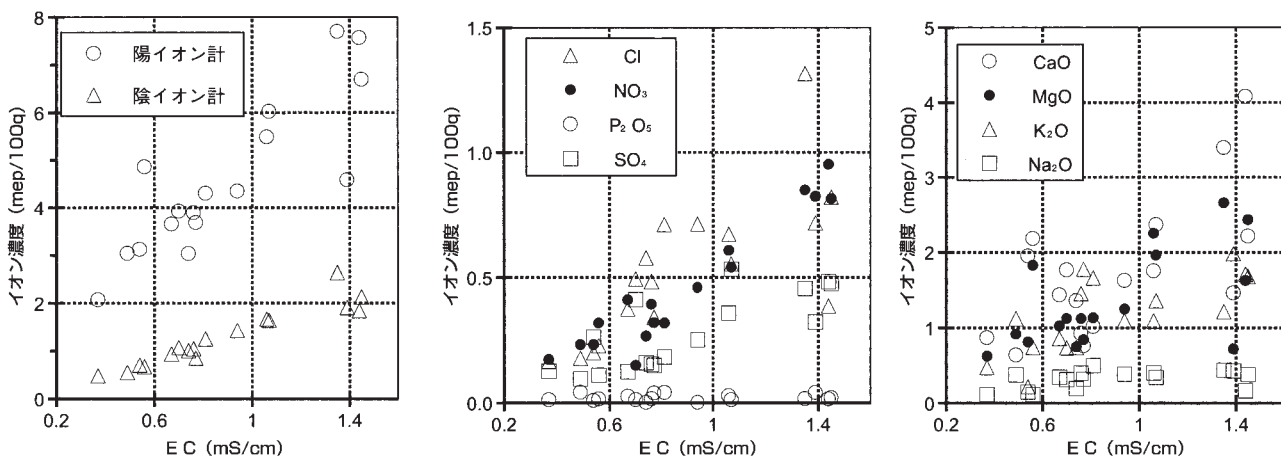
水溶性陰イオンとハウレンソウの欠株率との関係を第6図に示した。欠株率と硝酸イオン、硫酸イオン、塩素イオンのいずれも、全圃場で見ると相関関係は認められなかった。しかし、施用している有機物の種類別に分けると、傾向に違いが認められた。すなわち、施用されている有機物が堆肥類のみの場合は、上記3種類の陰イオンが一定含量以上になると、欠株率の高い圃場が認められた。一方、有機物が堆肥とわら類との併用の場合は概して欠株率が低く、またこれらの陰イオン含量が多くても欠株率は高くなかった。また、同様な解析を陽イオンについても行ったが、陽イオンについてはこのような傾向は認められなかった。

水溶性陰イオンおよび陽イオン含量について、土壤管理の違い別に2元表を作成しt検定を行った結果を第7表に示した。陰イオンのうち、塩素イオンは輪作を行っている圃場で有意に少なく、有機物の種類では堆肥とわら類を併用している圃場で少ない傾向であった。硝酸イオンは土壤管理の違いによる傾向の違いが認められなかった。硫酸イオンは輪作を行っている圃場で少ない傾向であった。陽イオンのうち、カルシウムは客土を行っている圃場で少ない傾向であった。マグネシウムは輪作を行っている

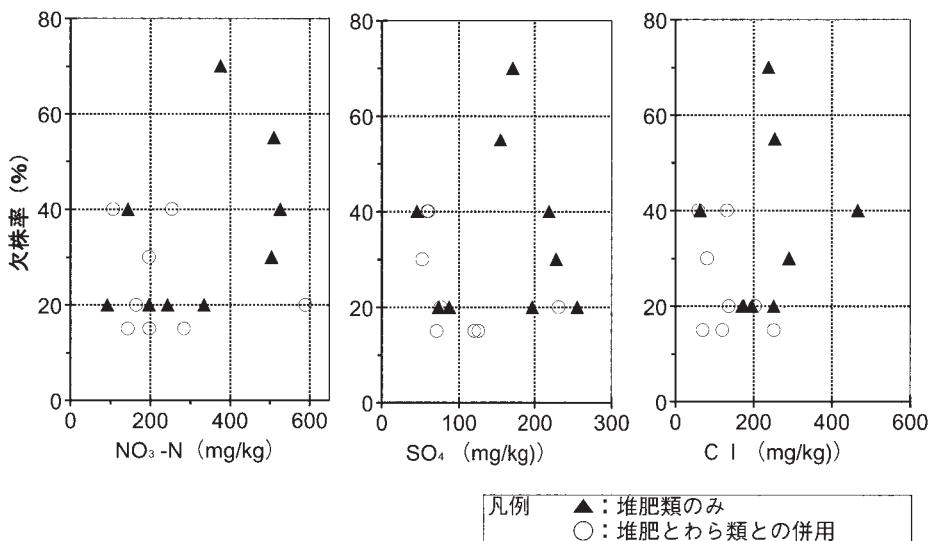
圃場，有機物の種類で堆肥とわら類を併用している圃場で有意に少なかった。カリウムは客土を行っている圃場，ビニル除去を行っている圃場で多い傾向であり，堆肥とわら類を併用している圃場で少ない傾向であった。ナトリウムは客土を行っている圃場で有意に多く，堆肥とわら類を併用している圃場で有意に少なかった。このように，堆肥とわら類を併用している圃場では，いくつかの水溶性イオン含量が少ないことが明らかとなった。

赤司¹⁾は，ハウレンソウの立枯れ症状の原因病原菌の一つであるアファノマイセスの遊走子の動態を解析し，土壤中の硝酸含量が多い場合に発病

しやすいとしている。本調査では欠株を直接的に発生させる病原菌の特定はできていないが，上記の結果は陰イオンが欠株の発生に間接的に関与していることを示唆するとともに，水溶性イオンの挙動にわら類などの高C/N有機物の存在が関与していることが推察される。家畜ふん堆肥にわら類を併用することは，タンパク質型有機物である家畜ふん堆肥と，セルロース型有機物であるわら類との両者を施用することになるので，多様な有機物により土壤微生物フロアの多様化とそれによる微生物的緩衝力の増強を期待する立場からも望ましいことと考えられる。



第5図 ECと水溶性イオンとの関係



第6図 土壌のNO₃-N, SO₄, Cl含量とハウレンソウの欠株率との関係

第7表 土壌管理の相違と土壌の水溶性イオン含量との関係—水準別のイオン含量の平均値とt検定結果—

要因	水準	Cl (mg/kg)	NO ₃ (mg/kg)	SO ₄ (mg/kg)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Na ₂ O (mg/100g)
客土の有無	あり	221	300	125	39	30	69	16
	なし	167	278	134	55	26	48	11
		NS	NS	NS	25%有意	NS	10%有意	5%有意
ビニル外しの有無	あり	170	329	126	50	26	67	12
	なし	192	243	130	48	26	46	13
		NS	NS	NS	NS	NS	10%有意	NS
輪作の有無	あり	158	266	116	45	24	56	12
	なし	276	350	181	62	38	52	15
		5%有意	NS	10%有意	NS	5%有意	NS	NS
堆肥の種類	わら類との併用	139	249	106	48	20	46	9
	堆肥類のみ	219	312	148	51	32	61	15
		25%有意	NS	NS	NS	5%有意	25%有意	5%有意

5 地下水位の問題点

地下水位は、野口⁶⁾のまとめによれば、水田転換作物の安定生産のためには多くの作物で地下水位が30～60cm以下であることが望ましいとしている。本調査によると、調査1のようにビニルハウスの中央部分ではわずかに1圃場でグライ斑が認められるのみであったが、調査2のように細かく水田造成時の切土、盛土部位を区別してみると、切土部位ではグライ層または黒泥層が60cm以内に認められる場合があることが明らかとなった。そして、このような場合、隣接水田の水稲作付け期や秋期に地下水位が40cm以内に高く推移することが判明した。こうした現象は平坦な平野部では起こりにくい。傾斜地に造成された水田に建設されたビニルハウス栽培では少なくないことが推察される。このことは中山間地域の特徴とも言えるであろう。この問題に対する対策としては、基本的にはビニルハウス建設前に、土層状態の調査を行い、上記のような還元層が切土部の浅い位置から出現する場合には水田の水口部を中心とした明きよが、また圃場全面に還元層が出現する場合は暗きよも必要であろう。さらに、ビニルハウスを2棟以上並べて建設する場合は、その間隔を充分にあげ、明きよを設置し、明きよ部分から掘り出された土壌はビニルハウスに搬入して明きよの底面とビニルハウスの作土表面との落差が十分に確保できればさらに望ましい。

6 土壌要因の問題点に対する対策

以上より、当地域における生産不安定土壌要因と

しては、下層土の圧密による物理性不良および肥料成分の蓄積による化学性の不良が主要なものと考えられたが、ハウレンソウ生育の中・後期には可視的な生理障害はほとんど認められないことから、これらの不良土壌要因が生育初期における立枯症状発生の助長に間接的に関与していることが推察された。これらに対する土壌管理対策としては、客土、太陽熱利用土壌消毒、冬期のビニル除去、輪作など様々な対策が行われているが、今後これらの対策に加えて土壌分析診断に基づく有機物の適正施用とクリーニング作物の導入や植物質の有機物の投入等が望まれるとともに、中長期的な土壌管理対策のマニュアル化が必要であろう。

本報告は、既報³⁾と並んで、中山間における野菜栽培地域のケーススタディーである。これらの報告の結果は、いずれもこれまでの土壌診断項目に加えて、地力窒素の評価に基づく土壌・施肥管理が重要であることを示唆している。また本報告では、肥料成分の主要な部分を家畜ふんに依存する減化学肥料栽培において、多くの圃場で随伴成分としての水溶性陰イオンが蓄積していることが明らかとなった。中山間野菜栽培の、特に有機栽培や有機物に主に依存した減化学肥料栽培の安定的な発展のためには、家畜ふん堆肥に偏重することは好ましくないことが本調査の結果から推察されるが、同時に、これらの成分を含めたきめ細やかな診断・指導体制の確立を願う次第である。加えて、今後の課題として、無機態・可給態窒素とハウレンソウの必要窒素量、および環境保全的な視点からの養分収支と窒素を主とし

た成分の収支バランスを検討し、減化学肥料栽培の環境影響評価も行う必要があると考えられる。

V 摘 要

中山間地域において、ハウレンソウの減化学肥料栽培を行っている、現地ビニルハウス圃場における生育障害発生状況および生産不安定に結びつく恐れのある土壌要因の問題点の摘出のための調査を行った。

1) 夏季におけるハウレンソウの欠株率は15~70%であり、生育不安定状況が確認された。また生理障害は2圃場でのみ認められた。立枯症状はすべての圃場で認められた。しかし、ハウレンソウの欠株率と、土壌の特定の可給態成分、交換性成分含量や物理性の不良要因との間には、明確な相関関係は認められなかった。

2) 礫層は、ほとんどの圃場で60cm以内に認められなかったが、中には35cmの深さに礫層が出現する圃場があった。また、貫入抵抗値が25kg/cm²以上の硬度の土層が、ほとんどの圃場で50cm以内出現し、30cm以内の圃場も半数以上を占め、圧密による下層土の物理性不良が認められた。

3) ジピリジルによる2価鉄反応は、ビニルハウスの中央部では、1圃場でのみ認められたがその程度は軽かった。しかし水田造成時の切土部位ではグライ層が出現する場合が認められた。

4) 作土の化学性は、有効態リン酸、交換性カリウム含量がすべての圃場で適正範囲を越えており、マグネシウムも適正範囲を越えている圃場が多かった。

5) 施用有機物が堆肥類のみの場合は、作土の水溶性陰イオン含量が一定値以上になると欠株率の高い圃場が認められた。一方、堆肥類とわら類などを併用している圃場では欠株率が低い傾向であった。

6) 地下水位の変動は、水田造成時の盛土・切土部位によって著しく異なり、盛土部位では夏季はほとんど70cm以下で低く推移し、秋期の大雨時においても一時的な上昇に留まった。一方、切土部位では、夏季に30~40cmに上昇する期間が継続し、秋期は25~35cmで高く推移した。また、多湿黒ボク土圃場では6~11月の大半が40cm以内で高く推移した。

7) 以上より、当地域における生産不安定に結びつく恐れのある土壌要因として、下層土の圧密による物理性不良、ビニルハウス内の部分的な高地下水位および肥料成分および随伴成分の蓄積による化学性の不良が摘出された。しかし、ハウレンソウの生育の最盛期から収穫期には可視的な生理障害はほとんど認められないことから、これらの不良土壌要因が発芽および生育初期における立枯症状発生の助長に間接的に関与しているものと推察された。

謝 辞

本研究の遂行に当たっては、福知山農業改良普及センターの大槻辰夫課長(当時)、調査対象農家の皆様には協力と配慮をいただいた。京都府農総研環境部の皆様には土壌図を参考にさせていただいた。地下水位の調査に当たっては、調査農家足立智弘氏および進藤武二氏に大きな協力をいただいた。また地下水位調査用のパイプの設置にあたっては当部の西岡和哉氏に協力をいただいた。青木真理氏には土壌分析の協力をいただいた。池田順一氏には英文の校閲をしていただいた。ここに明記して深謝致します。

引用文献

- 1) 赤司和隆 1991. ハウレンソウ根腐病の発生機構と生態的防除法に関する土壌肥料学的研究. 北海道立農試研報. 74:1-100.
- 2) 安西徹郎 1996. 土壌の化学性の診断方法と基準, 土壌診断の方法と活用, 農文協, 東京. 87-112.
- 3) 堀 兼明・福永亜矢子・浦嶋泰文・須賀有子・池田順一 2002. 有機栽培農家圃場の土壌の実態. 近中四農研報. 1:77-94.
- 4) 亀和田國彦 1991. 土壌溶液イオン組成からのECの推定とアニオン種の違いがECおよび浸透圧に及ぼす影響. 日土肥誌. 62: 634-640.
- 5) 京都府農業総合研究所 1975. 水田および畑地土壌生産性分級図, 土壌図. 京都府夜久野地域.
- 6) 野口正樹 1998. 転換畑への作物導入に当たっての留意事項. 水田利用高度化のための技術指針 - 近畿中国地域. 中国農業試験場編. 234-

237.

- 7) 農林水産省肥料機械課監修 2001. 地力増進法, ポケット肥料要覧, 農林統計協会. 東京358-368.
- 8) 静岡県農業水産部編 1976. 農耕地土壌の改善基準と土壌改良法, 農作物施肥基準 (五訂版) 229-239.
- 9) 宗林正・西田一平・平岡美紀・木村桐・瀬崎滋雄 1993. 奈良県における硫酸カルシウム集積土壌の分布とその特性, 奈良農試研報24:55-61.
- 10) 上沢正志 1991. 化学肥料・有機物の連用が土壌・作物収量に与える影響の全国的解析. 農業技術. 46:393-397.
- 11) 渡辺和彦 1986. ガス障害の診断: 120-121., 窒素:197-202., 塩素・硫酸根:218-220. 原色生理障害の診断法. 農文協. 東京.

Soil Characteristics in the Field of Continuous Mono-cropping of Spinach in Vinyl House with Low Input of Chemical Fertilizer

Kaneaki HORI, Yasufumi URASHIMA*, Humitake SHIOMI**, Masaya OHTA***

Summary

Soil pedologic and chemical characteristics, gravelly and gley layers, nutrient contents, and a groundwater level were investigated on the field of continuous mono-cropping of spinach under the low input of chemical fertilizer. The number of vinyl house fields studied were seventeen.

- 1) The 15-70% area of the field showed poor plant stands at a summer season, although physiological injury was observed only in two fields. There were no significant relationship between the area of poor plant stands and soil available nutrient contents or physical characteristics.
- 2) Gravelly layers were not observed within 60cm-depth in most of the fields, but observed between 35 and 60cm-depth in the other fields. Compacted layers were observed within 50cm-depth in most of the fields.
- 3) Gley layers were observed in a cutting position of the field, while not in a filling position. Ferrous ion reaction was detected only in one field.
- 4) Soil available phosphate and exchangeable potassium contents exceeded the adequate ranges on the all fields. Also, an available magnesium content was higher than the adequate range on most of the fields.
- 5) In these fields, where only cattle manure was applied as organic material, the area of poor plant stand was increased accompanying with the content of water soluble anions. In the fields applied both cattle manure and plant residue, the area of poor plant stand was in low level.
- 6) A high groundwater level was observed in the cutting position of the field, while low level were observed in the filling position, at a rice irrigation season for neighbor paddy fields and autumn rainfall season.

Department of Vegetable Science

* National Institute of Vegetable and Tea Science. Department of Leaf and Root Vegetables

** Present address:1076 Izaki Fukuchiyama Kyoto

*** Kyoto Prefecture public government office