

北海道・道央地区における野菜栽培土壌の の実態とその問題点について

相馬 暁* 多賀辰義* 石井忠雄*

平井義孝** 岩渕晴郎***

The Condition and Problems of Vegetable Farm Soils
in the Central Region of Hokkaido

Satoru SOUMA, Tatsuyoshi TAGA, Tadao ISHII,
Yoshitaka HIRAI and Haruo IWABUCHI

道央の沖積土壌、重粘性土壌、火山性土壌において、一般畑作畑、一般野菜畑、連作野菜畑（アスパラガス畑及びタマネギ畑）など作付様式の相違に基づく、養分蓄積状況を塩基飽和度及び $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量を中心に検討した。その結果、全体的には、塩基飽和度はタマネギ畑>一般野菜畑>アスパラガス畑>一般畑作畑の順に高まっていた。一方、 $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ で示される P 蓄積はタマネギ畑>アスパラガス畑>一般野菜畑>一般畑作畑の順に進んでいた。また、同じタマネギ畑でもタマネギ栽培年数の増加につれ、塩基飽和度が高まり、P 蓄積も進んでいた。すなわち、各土壌において作付様式及び栽培年数に基づき、一定方向の肥沃化・富栄養化が生じていた。そのような養分蓄積・肥沃化に伴ない、例えば土壌 pH は塩基高蓄積状態では、施肥 N の影響よりは塩基飽和度によって左右されていた。一方、塩基低蓄積状態では塩基飽和度のみならず、硝酸化成を通じ、施肥 N の影響を強く受けていた。

緒 言

近年、野菜生産の特徴的な動向としては、産地の移動と主産地化の進展、露地野菜の生産力伸び悩み、施設園芸の発展があげられる。また、野菜は都市近郊において生産されるものが多かったが、都市の外延的な発達に伴ない、徐々に中間農業地帯、遠隔農業地帯へと生産のウエイトが移っており、これが産地の特化、大規模化をうながしている⁴⁾。

このような動向を反映し、関東、東近地方を中

心に多くの府県で、ハウス土壌を主に、野菜畑土壌の実態とその問題点について、多くの調査・研究がなされ、養分蓄積^{7,12,13,15,18,20)}、濃度障害^{3,11,19,26)}、塩基バランス^{8,17)}などが論議されている。

一方、北海道においても、全国的情勢を受け、新しい産地の形成、特産野菜の拡大増産が進み、全国的には野菜作付面積が近年漸減傾向にあるにもかかわらず、逆に、昭和52年には53,400ha まで増加してきた。中でも、タマネギ、露地メロン、洋菜類などの拡大、増産が著しく、北海道の特産野菜として府県に多く移出されている。なお、これらの大部分は露地（半露地—トンネル・マルチ栽培—を含む）栽培において生産されているのが現状である。

ところが、北海道における野菜畑土壌に関する研究・報告は、ハウス土壌^{5,6,9)}やタマネギ畑土

1980年3月6日受理

* 北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町

** 北海道立北見農業試験場, 099-14 常呂郡訓子府町

*** 北海道立上川農業試験場, 078-02 旭川市永山1-9

壤^{2,13,27)}について二・三みられる程度で、畑土壤、水田土壤に比べて著しく少なく、特に、露地野菜畑土壤を全体的にとらえた報告はあまり見られない。しかし、先にも述べたように、北海道における野菜生産の大部分は依然として、露地もしくは半露地においてなされており、しかも、石油資源の先行き不安に伴ない施設ハウスのエネルギー源が大きな問題となり、全国的にも露地野菜栽培の重要性が再認識されだしている。

このような背景を踏まえ、北海道における露地野菜産地の育成・発展の基礎として、露地野菜土壤の全体的傾向、特質、問題点を、一般畑作土壤との対比によって明らかにするべく、本報をとりまとめた。

本稿を取りまとめるにあたって、終始御助言、御校閲をいただいた北海道立中央農業試験場化学部長奥村純一博士並びに御校閲をいただいた園芸部細貝節夫部長に深く感謝する。

方 法

調査対象地域及び対象作物は第1表に示すとおりである。調査としては、施肥量などの聴取り、土壤及び作物体の試料採取、生育・収量調査などを行ったが、本報告においては主として、施肥量と土壤養分量を中心にとりまとめた。すなわち、各種作物に対する農家慣行施肥実態の調査をまず行い、次いで土壤別に作付様式の相違に基づく土壤養分の蓄積状況の差異を、塩基飽和度と有効態 P_2O_5 を中心に検討し、施肥とのつながりを明らかにしようとした。さらに、養分蓄積状態の進展が土壤反応に及ぼす影響について二・三検討を加えた。なお、作付様式は、1)各種畑作物の輪作が行われている一般畑作畑、2)各種野菜が連作をできるだけ避けながら作付けされている一般野菜畑(非連作野菜畑)、3)特定野菜の連作が行われているタマネギ畑及びアスパラガス畑(連作野菜畑)

第1表 調査対象地域と対象作物

対象作物 調査年次	調 査 対 象 地 域			備 考
	タマネギ畑	一 般 野 菜 畑	一 般 畑 作 畑	
(昭和) 48 年	富 良 野*	三 笠 (きゅうり) 夕 張 (ながいも) 余 市 (すいか)	真 狩 (てん菜)	昭和48年度 土壤保全対策試験成績
49 年	滝 川	千 歳 (ながいも)	栗 山 (馬鈴しょ) 真 狩 (てん菜) 由 仁 (馬鈴しょ)	昭和49年度 同 上
50 年	富 良 野	赤井川 (かんらん)	千 歳 (てん菜)	昭和50年度 同 上
51 年	栗 山* 中富良野 滝 川*	東神楽 (アスパラガス) 喜茂別* (") 共 和* (")	長 沼 (馬鈴しょ) 千 歳 (てん菜) 滝 川 (馬鈴しょ)	昭和51年度 同 上
52 年	新十津川 札 幌*	伊 達 (かんらん、はくさい) 厚 田 (ながいも) 早 来 (アスパラガス) 江 別* (トマト) 夕 張* (いちご)	恵 庭 (てん菜) 千 歳 (") 伊 達 (") 富良野 (")	昭和52年度 同 上
53 年	富 良 野* 十 勝*	夕 張* (アスパラガス) 夕 張* (トマト)		

注) 中央農試化学部で行った農業団地地力増強対策基準設定調査に基づく

* 土壤肥料第1科の独自調査

とに分類し、ながいも畑を作土層の最も深い例として併記し、参考とした。

土壌分析は主として、有効態 P_2O_5 (Truog- P_2O_5) は硫酸モリブデン法、置換性 $CaO \cdot MgO$ は原子吸光法、置換性 K_2O は炎光法により、他の一般分析 (pH, EC など) を含め、土壌養分分析法¹⁾ によった。

結 果

1. 農家慣行施肥実態

農家慣行施肥量の聴取り調査結果を第2表に取りまとめた。一般野菜においては、かんらん、は

くさいに対する施肥量が最も少なく、一般畑作物の馬鈴しょ並みであるが、これら葉菜類は通常、年2～3回栽培されるので、年間施肥量としては馬鈴しょより、かなり多くなるものと思われる。また、タマネギに対する P_2O_5 施肥量は一般畑作物のてん菜や馬鈴しょの2～3倍近く、露地栽培トマトとともに著しく高かった。そして、全体的にみるならば、畑作物に比べ各種野菜に対する施肥量は一般的に多く、特に、てん菜・馬鈴しょなど輪作体系全体でみると、一般畑作物畑に比べ、一般野菜畑やタマネギ畑に施用される $N \cdot P_2O_5 \cdot K_2O$ 施肥量は明らかに多かった。このような施肥

第2表 農 家 慣 行 施 肥 実 態

	作 物 別	調査 戸数		施 肥 量 kg/10a			主な調査地域
				N	P_2O_5	K_2O	
連 作 野 菜	タ マ ネ ギ	84	範 囲 平 均 C.V.	30.3～ 9.0 21.1 19.8	228.8～26.0 56.0 53.0	44.0～ 8.8 24.1 24.8	滝川、札幌 新十津川、栗山
	アスパラガス	54	範 囲 平 均 C.V.	53.0～15.0 29.7 29.2	56.0～15.5 29.0 36.9	38.1～ 8.4 22.3 31.0	夕張、東神楽 喜茂別
一 般 野 菜	ト マ ト (露地栽培)	22	範 囲 平 均 C.V.	42.1～ 5.2 18.7 48.7	125.0～16.0 63.0 48.6	65.0～ 4.8 26.0 63.8	江別
	ト マ ト (トンネル・マルチ栽培)	32	範 囲 平 均 C.V.	79.9～11.8 42.3 37.8	94.0～18.0 42.4 39.5	69.5～ 7.8 35.7 38.5	三笠
	き ゅ う り (露地栽培)	15	範 囲 平 均 C.V.	75.2～ 9.0 34.3 52.4	43.0～ 0 31.3 34.0	65.0～ 9.0 25.1 59.7	三笠
	な が い も	43	範 囲 平 均 C.V.	67.2～ 3.0 20.5 56.7	81.6～ 6.8 33.6 48.7	70.0～ 2.5 24.6 58.4	夕張、千歳
	かんらん } 類 はくさい }	26	範 囲 平 均 C.V.	33.7～ 9.0 19.5 25.9	32.4～ 9.0 16.6 34.2	27.6～ 7.0 16.1 16.6	伊達
	て ん 菜	58	範 囲 平 均 C.V.	36.8～10.0 19.3 29.2	62.4～16.0 32.0 32.4	87.6～ 9.6 18.1 29.1	千歳、伊達
一 般 畑 作 物	馬 鈴 し ょ	25	範 囲 平 均 C.V.	20.8～ 7.2 11.6 40.3	27.2～11.6 16.9 33.5	25.0～ 7.3 14.7 37.2	由仁、長沼

注) 連作野菜の内、タマネギは肥培管理が高度なものの代表、アスパラガスは比較的粗放な肥培管理下にある永年作物の代表

量の差異が養分蓄積に関与している疑いを持ち、作付様式別に塩基飽和度、有効態 P_2O_5 などについて検討を試みた。

2. 土壌別・作付様式別養分蓄積状況

養分蓄積状況を検討するため、土壌を1)沖積土壌、2)重粘性土壌、3)火山性土壌、に大きく3区分した。そして、各土壌ごとに、前述した作付様式別、すなわち、一般畑作畑、一般野菜畑、アスパラガス畑（比較的粗放な連作野菜畑の代表）、タマネギ畑（高度の肥培管理がかされている連作野

菜畑の代表）の pH、塩基飽和度、 $Truog-P_2O_5$ 量を検討し、その結果を第3表に示した。さらに、養分蓄積状況をより明確にするために、第3表を基に塩基飽和度及び $Truog-P_2O_5$ 量を模式的に取りまとめ、第1図に示した。

一般野菜畑、アスパラガス畑、一般畑作畑と作付様式別に塩基飽和度をみると、火山性土壌＞沖積土壌＞重粘性土壌の順に塩基飽和度が高まっていた。なお、本調査対象土壌の CEC は第3表に示すように、重粘性土壌＞沖積土壌＞火山性土壌、

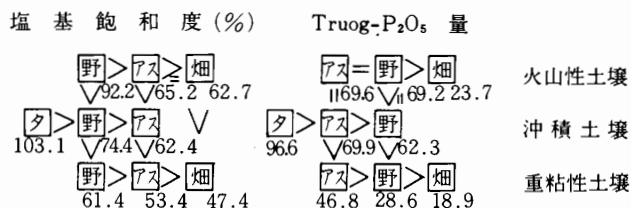
第3表 土壌別・作付様式別養分蓄積状況

土壌別	作物別 (作付様式別)	調査 戸数		pH (H_2O)	CEC m.e/100g	塩基飽和度 (%)	$Truog-P_2O_5$ mg/100g	主な調査地域
沖積土壌	タマネギ畑 (野菜連作畑)	113	範囲 平均 C.V.	7.70~5.10 6.23 8.7	38.3~11.7 19.8 22.8	150.3~70.0 103.1 14.3	306.0~17.1 96.6 57.4	滝川, 札幌 新十津川, 栗山
	アスパラガス畑 (野菜連作畑)	7	範囲 平均 C.V.	6.65~4.85 5.80 10.5	23.8~12.9 20.3 17.5	78.0~47.0 62.4 16.5	111.9~48.0 69.9 28.8	喜茂別 東神楽
	一般野菜畑 (非連作畑)	40	範囲 平均 C.V.	6.80~4.67 5.80 11.0	44.0~7.4 19.8 44.3	154.2~26.9 74.4 44.9	196.5~2.0 62.3 68.4	三笠, 余市 夕張
重粘性土壌	アスパラガス畑 (野菜連作畑)	15	範囲 平均 C.V.	6.90~4.55 5.68 11.6	30.3~10.3 19.6 31.5	98.0~20.0 53.4 41.6	98.0~18.0 46.6 49.0	東神楽, 喜茂別 共和
	一般野菜畑 (非連作畑)	40	範囲 平均 C.V.	6.60~4.66 5.69 8.5	38.2~15.0 23.4 25.2	105.0~33.8 61.4 28.3	70.0~1.8 28.6 55.3	江別, 余市 赤井川
	一般畑作畑	26	範囲 平均 C.V.	6.20~4.60 5.28 7.0	37.4~14.8 22.9 22.6	67.1~20.5 47.4 30.5	39.7~3.1 18.9 47.5	深川, 長沼
火山性土壌	アスパラガス畑 (野菜連作畑)	28	範囲 平均 C.V.	6.50~4.50 5.50 8.5	32.7~4.0 13.0 55.9	161.0~35.0 65.2 41.1	163.6~15.6 69.6 49.5	夕張, 伊達 平取, 倶知安
	一般野菜畑 (非連作畑)	39	範囲 平均 C.V.	7.02~4.36 6.10 9.5	20.4~4.8 11.8 26.8	146.9~44.4 92.2 26.5	163.8~42.1 69.2 40.9	伊達, 夕張
	一般畑作畑	97	範囲 平均 C.V.	6.80~4.20 5.65 10.0	48.0~3.1 14.5 49.4	167.8~15.1 62.7 49.6	81.9~0.1 23.7 75.6	栗山, 由仁 真狩, 千歳 恵庭, 伊達

注) 野菜連作畑: タマネギ畑, アスパラガス畑

野菜非連作畑: トマト, きゅうり, すいか, かんらん, いちご, はくさいなど, 連作を避けながら各種野菜の作られている畑

一般畑作畑: てん菜, 馬鈴しょ, 豆類, 麦類, デントコーン, スイートコーン, 牧草などの輪作が行われている畑

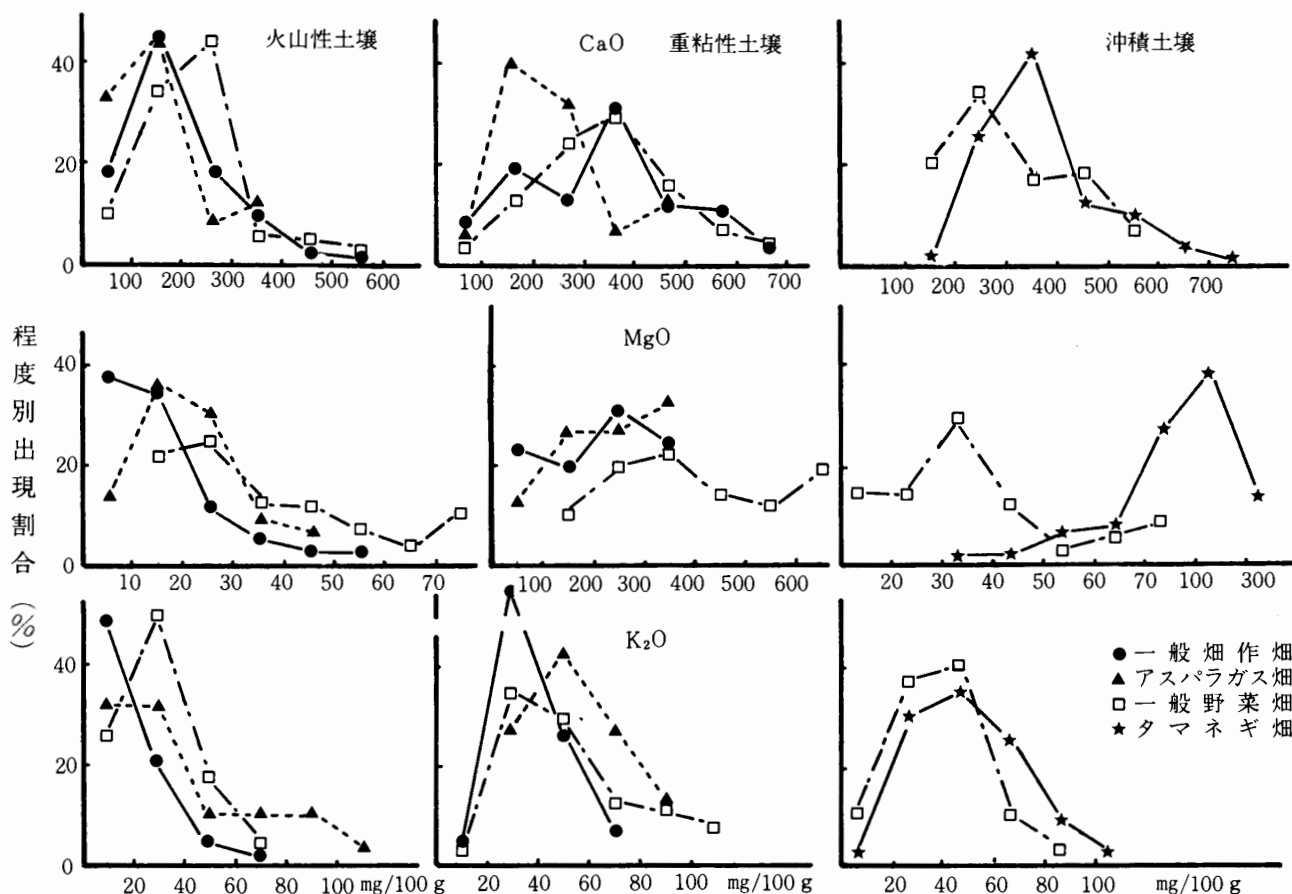


凡例

タ：タマネギ畑（野菜連作畑）
 ア：アスパラガス畑（"）
 野：一般野菜畑（野菜非連作畑）
 畑：一般畑作畑（輪作畑）

注：図中の数字は塩基飽和度(%)並びに
 Truog-P₂O₅ mg/100 gを示す。

第1図 作付様式別、土壌別養分蓄積状況



第2図 各塩基の蓄積状況

pHについては図示しなかったが、土壌別・作付様式別とも塩基飽和度の傾向とほぼ一致し、pHに対する塩基飽和度の影響が示唆された。一方、Truog-P₂O₅量は各土壌とも、アスパラガス畑>一般野菜畑>一般畑作畑、の順に高まり、沖積土壌のタマネギ畑においてP蓄積が最も顕著であった。

さらに、各塩基の蓄積状況について第2図に取りまとめ示した。CaOは一般畑作畑と一般野菜畑

の順に大きくなっており、CECが小さい土壌ほど塩基飽和度が高まっていた。

一方、土壌別に作付様式別の塩基飽和度を比較検討すると、塩基の蓄積傾向が一般畑作畑よりアスパラガス畑、さらに一般野菜畑と強まっていた。とりわけ沖積土壌に多く作付けされるタマネギ畑の塩基蓄積状況は一般野菜畑より進み、平均値で塩基飽和度100%を超えるに至っていた。

すなわち、土壌要因的に比較するならば、CECの大小が塩基飽和度の高低に影響を与え、栽培要因的に比べると、作付様式の違いが塩基の蓄積に関与していることが明らかとなった。

の間ではその蓄積状況の差異はあまり明確ではないが、アスパラガス畑でやや少ない傾向にあった。それに対し、タマネギ畑においては一般野菜畑より明らかにCaO蓄積傾向を示していた。なお、MgO・K₂Oは一般畑作畑に比べ、アスパラガス畑、一般野菜畑で蓄積傾向を示し、タマネギ畑で特に顕著であった。

次に、養分の垂直分布について検討してみると、第2層目のpHが第1層より低いのはアスパラガ

ス畑のみであり、他はほぼ同程度か、むしろ高まる傾向にあり、酸性化の兆は認められなかった。一方、塩基飽和度は第2層目で第1層目より必ずしも高まらず、アスパラガス畑はもとより、一般畑作畑、ながいも畑で低下し、沖積土壌のタマネギ畑と一般野菜畑ではほぼ同程度となった。

Pの垂直分布を $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量でみると、沖積土壌、火山性土壌の一般野菜畑やタマネギ畑の第2層目でも多く、第1層目の50~70%程度のPが蓄積していた。なお、沖積土壌の一般野菜畑全体としては表示したとおりであるが、古い産地の三笠では、第1層の $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量は平均100mg/

100gと高P蓄積状態にあった。また、タマネギ畑においては、表示しなかったが新畑（転作5年以内）と熟畑（転作10年以上）間のP蓄積の差異は第1層（新畑平均106mg、熟畑平均132mg）よりも、第2層（新畑38mg、熟畑74mg）で顕著であった。すなわち栽培年数を経るに従って、第2層まで養分蓄積が進んでいた。このような経年化に伴う第2層までの養分蓄積の進行は塩基飽和度についても認められた。

一方、作土層の最も深いながいも畑の養分垂直分布を一般畑作畑と比較してみると、土層の深さでは一般畑作畑の第3層がながいも畑の第2層に

第4表 層位別養分蓄積状況

土 壌 別	作付様式別	調 点 査 数	層 位	深 さ		pH (H ₂ O)		塩基飽和度 (%)			Truog-P ₂ O ₅ (mg/100g)		
				~cm	C.V.	pH	C.V.	飽和度	同 比	C.V.	含 量	同 比	C.V.
沖 積 土 壌	タマネギ畑 (野菜連作畑)	50	1	0~14.6	29.1	6.16	6.5	102.5	100	13.2	118.4	100	44.3
		50	2	~30.3	33.1	6.23	7.0	101.8	99	12.6	62.1	53	59.3
	一般野菜畑 (非連作畑)	18	1	0~14.3	21.4	5.55	9.2	55.7	100	17.5	57.2	100	89.9
		18	2	~26.5	27.7	5.68	8.5	54.4	98	11.5	39.9	70	122.6
火 山 性 土 壌	アスパラガス畑 (野菜連作畑)	28	1	0~25.0	25.0	5.50	8.5	65.2	100	41.1	69.6	100	49.5
		28	2	~39.4	20.4	5.23	11.2	43.8	67	62.4	15.5	22	116.3
	一般野菜畑 (非連作畑)	14	1	0~22.0	27.4	5.70	9.9	88.6	100	19.9	79.2	100	40.6
		14	2	~33.9	13.7	6.08	8.7	93.5	106	17.8	50.3	64	50.8
	ながいも畑 (非連作畑)	43	1	0~18.8	23.9	5.70	7.8	56.2	100	21.7	29.4	100	74.0
		43	2	~68.6	15.8	5.85	4.6	50.2	89	29.1	14.2	48	54.7
		43	3	~	—	5.89	4.6	36.5	65	36.9	8.3	29	56.1
	一般畑作畑	46	1	0~23.6	27.1	5.58	10.6	59.1	100	40.1	23.0	100	66.4
		46	2	~40.6	27.0	5.62	10.2	52.9	90	59.1	11.0	48	99.9
		21	3	~	—	5.75	6.8	41.4	70	62.7	2.8	12	103.2

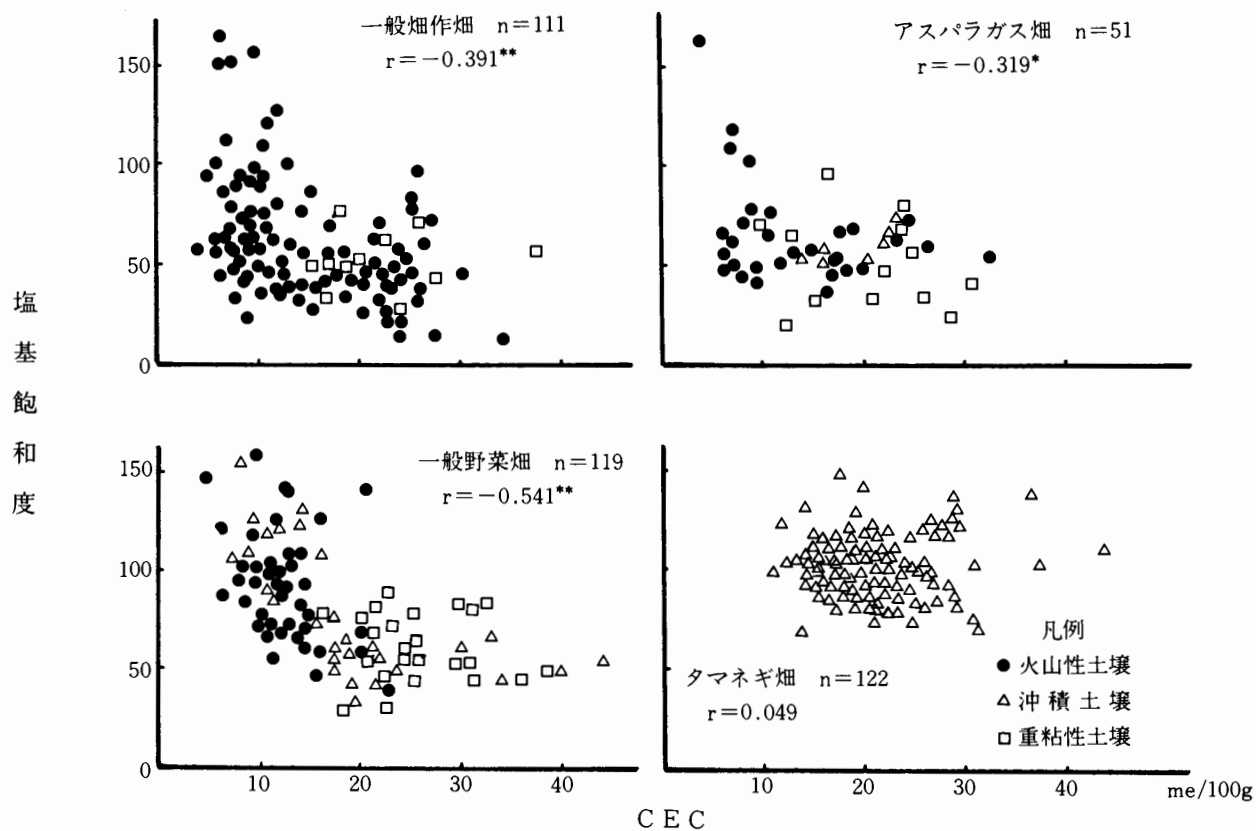
相当し、ながいも畑では下層までP・塩基が分布していた。それに対し、アスパラガス畑のP・塩基蓄積は表層にかたより、特に第2層は第1層の2割程度程度の $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量より含んでいなかった。

3. 養分蓄積状況の進展と土壌反応の変化

塩基飽和度で示される養分蓄積状況が作付様式で異なることを明らかにしたが、塩基飽和度自体は前述のように、土壌要因的な影響も受けていた。すなわち、作付様式別に CEC と塩基飽和度の関係を検討すると、第3図のように、一般畑作畑、アスパラガス畑、一般野菜畑において負の相関関

係が成り立ち、CEC が小さいほど、塩基飽和度が高まる危険性が予測された。なお、高度の肥培管理がなされているタマネギ畑では、土壌要因としての CEC の影響がほとんど認められず、CEC の大小と塩基飽和度との関係が判然としなかった。

次に、土壌別に pH と塩基飽和度、CaO 量との関係を検討したところ、第5表に示すように、各土壌全体としては CaO と pH の間に高い正の相関関係が認められた。しかし、火山性土壌のアスパラガス畑や一般野菜畑、沖積土壌の一般野菜畑においては一定の傾向が見られなかった。その点、塩基飽和度と pH の関係は各土壌全体でも、各作



第3図 CEC と 飽 和 度

第5表 塩基飽和度・置換性 CaO 量と pH

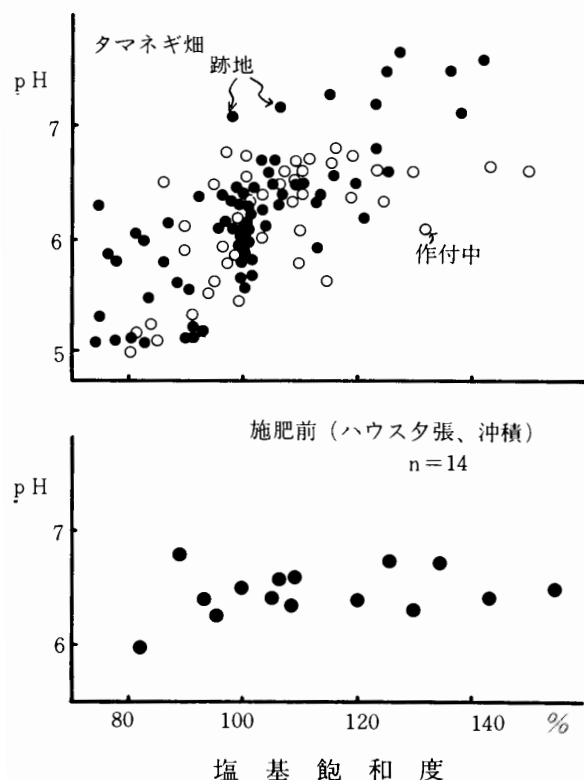
土壌別	作付様式別	調点 査数	相 関 係 数		
			置換性 CaO と pH	塩基飽和度と pH	CaO と塩基飽和度
沖積土壌	タマネギ畑 (野菜連作畑)	113	0.492**	0.788**	0.487**
	一般野菜畑	40	0.014	0.783**	0.266
	全 体	160*	0.428**	0.705**	0.420**
重粘性土壌	アスパラガス畑 (野菜連作畑)	15	0.676**	0.841**	0.672**
	一般野菜畑	40	0.612**	0.677**	0.763**
	一般畑作畑	26	0.622**	0.599**	0.651**
	全 体	81	0.450**	0.652**	0.763**
火山性土壌	アスパラガス畑 (野菜連作畑)	28	0.031	0.691**	0.164
	一般野菜畑	39	0.300	0.482**	0.628**
	一般畑作畑	97	0.497**	0.650**	0.476**
	全 体	164	0.460**	0.658**	0.477**

* アスパラガス畑 7 点を含む

付様式でも常に高い正の相関関係が成立し、CaO量より明らかにpHと密接な関係を示していた。

ところが、養分蓄積が進み、塩基飽和度が著しく高い土壌において、詳細に検討してみると、必ずしも塩基飽和度とpHの間に相関関係が認められなかった。すなわち、第4図に示すように、養分蓄積が著しいハウス土壌（沖積土壌）においては、塩基飽和度とpHの間には一定の傾向が見られなかった。また、タマネギ畑でも、全体としては高い正の相関関係が認められるが、詳細に検討すると、作付中のpHと塩基飽和度の間には、特に飽和度が100%を超える領域では、一定の関係が成り立たなかった。結局、養分蓄積が進展し、塩基飽和度が著しく高くなった飽和土壌では、未飽和土壌と異なり、他の要因が複雑にからみ、塩基飽和度のpHに対する影響が隠蔽されたものと思われる。

その点を、塩基飽和度の上昇に伴う水溶性塩基の増減、あるいは施肥後の硝酸化成がpHに及ぼす影響などの面から検討するべく、養分蓄積程度の異なる江別（重粘性土壌、一般野菜畑—トマト作付中—）、夕張（火山性土壌—いちご作付中—）、新十津川（沖積土壌—タマネギ作付中—）の土壌について次のような土壌分析を行った。すな



第4図 塩基飽和度とpH

わち、pH、EC、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、通常のN-酢安抽出塩基（水溶性+置換性塩基）及び土壌：水＝1：20抽出の水溶性塩基を測定した。

結果は第6表に示すように、塩基飽和度は、新十津川<夕張>江別、の順に高まり、新十津川のタマネギ畑で最も高かった。塩基飽和度とpHの間には各々高い正の相関関係が成り立つが、新十津川、夕張の飽和度100%を超える領域では、塩基飽和度の上昇に伴うpHの高まりは緩慢で、図示しなかったが、第4図の結果と類似していた。

一方、水溶性塩基及びCaO量とpHの間には置換性CaO量や塩基飽和度のように、高い正の相関関係が認められず、むしろ、江別、夕張のような一般野菜畑においては、水溶性塩基・CaO量の増加する条件はpHを低下される傾向にあり、新十津川のタマネギ畑と明らかに異なった。また、新十津川のタマネギ畑では全塩基量と水溶性塩基量、塩基飽和度と水溶性塩基量の高く正の相関関係が成り立ち、水溶性塩基が塩基飽和度あるいは全塩基量の増加に伴いふえていたが、江別、夕張の一般野菜畑では一定の傾向が認められなかった。むしろ、これら江別、夕張の一般野菜畑の水溶性塩基、CaO量は $\text{NO}_3\text{-N}$ 量と高い正の相関関係にあるように、硝酸化成の進展程度に影響されているようであった。

すなわち、作付期間中の水溶性塩基は、塩基蓄積の進んだ高飽和状態のタマネギでは全塩基量、塩基飽和度の影響を強く受け、塩基蓄積のまだあまり進まない江別、夕張の一般野菜畑では、むしろ施肥の影響を強く受け、硝酸化成に伴ない増加するようであった。このことは $\text{NO}_3\text{-N}$ と水溶性塩基又はCaOとの間に、塩基飽和度の低い土壌ほど高い正の相関関係が認められることから裏付けられた。なお、既掲第2表で示したように、江別の露地トマト栽培に対するN施肥量がタマネギに施用されるN施肥量の倍量近く多いことも、大きな要因として関与しているものと思われる。

さらに、硝酸化成に伴う $\text{NO}_3\text{-N}$ 量の増加とECの関係について検討すると、両者の間には高い正の相関関係が三調査地で認められた。ところが、ECがpHに及ぼす影響についてみると、塩基蓄積の低い状態の江別、夕張の一般野菜畑では、EC上昇に伴ないpHが低下するが、塩基高蓄積状態の新十津川のタマネギ畑では、ECとpHの関係は判然としなかった。

第6表 pH に影響を及ぼす要因

項	作付様式別		タマネギ畑	一般野菜畑	
	土 壤 別		沖 積 土 壤	火 山 性 土 壤	重 粘 性 土 壤
	調査地区		新 十 津 川	夕 張	江 別
	調査		タマネギ作付中	いちご作付中	トマト作付中
目	点数		20	25	25
塩基飽和度	範 囲		150.3～84.5	146.9～44.4	86.9～33.8
	平 均		106.8	94.2	60.3
	C . V .		16.7	29.0	27.0
相 関 係 数	塩基飽和度と pH		0.512*	0.443*	0.507**
	水溶性塩基と pH		0.357	-0.316	-0.278
	水溶性石灰と pH		0.313	-0.414*	-0.353
	EC と pH		0.111	-0.620**	-0.509**
	NO ₃ -N と EC		0.714**	0.980**	0.852**
	NO ₃ -N と水溶性塩基		0.490*	0.564**	0.786**
	NO ₃ -N と水溶性 CaO		0.426	0.685**	0.790**
	全塩基と水溶性塩基 塩基飽和度と水溶性塩基		0.662** 0.504*	-0.036 0.140	0.077 0.308

注) 水溶性塩基・CaO は土：水＝1：20 抽出による。

以上のことを取りまとめると、塩基飽和度の低い江別の一般野菜畑（トマト作付中）の pH は、1) 塩基飽和度の上昇につれ高まるが、2) 栽培期間中、硝酸化成に伴う NO₃-N 量の増加により EC が上昇し、pH が低下した。3) NO₃-N の生成は置換性塩基、CaO の置換・溶出をうながし、水溶性塩基・CaO 量を増加させていた。一方、塩基高蓄積状態にある新十津川のタマネギ畑の pH は、1) 塩基飽和度の上昇につれ pH は高まるが、塩基飽和度100%以上の飽和土壌では判然としなかった。2) 栽培期間中、硝酸化成に伴ない EC は上昇するが、pH の低下は見られず、3) 水溶性塩基・CaO 量は

生成された NO₃-N 量よりも、塩基飽和度もしくは全塩基の影響を強く受けていることが明らかとなった。

最後に、P 吸収係数と可給態 P (Truog-P₂O₅) 量の関係について、作付様式別に取りまとめ、第7表に示した。一般畑作畑、アスパラガス畑、一般野菜畑においては、P 吸収係数の増加が施肥 P の固定量をふやし、可給態 P 量を減少させる傾向が強かった。それに対し、改良資材による P 施用量の著しく多いタマネギ畑では、人為的な肥培管理の差異の方が、土壌要因として P 吸収係数の影響より強く働いているものと推測した。すなわち、

第7表 P 吸収係数と Truog-P₂O₅ 量

作付様式別	土 壤 別	調査 点数	P 吸収係数 平均値	Truog-P ₂ O ₅ 平均値	回 帰 直 線	相 関 係 数
タマネギ畑 (野菜連作畑)	沖 積 土 壤	61	801.8	108.1	—	-0.036
アスパラガス畑 (野菜連作畑)	火山性土壌	20	410.8	70.2	$y = -0.087x + 105.98$	-0.634**
一般野菜畑	重粘性土壌	38	1,075.6	28.7	$y = -0.024x + 53.97$	-0.425**
一般畑作畑	火山性土壌	79	877.7	23.7	$y = -0.016x + 37.42$	-0.483**
	重粘性土壌	25	1,282.9	19.2	$y = -0.015x + 37.93$	-0.465**
	全 体	104	917.6	22.7	$y = -0.014x + 35.57$	-0.556**

可給態P量についても、P蓄積程度によって、土壤要因としてのP吸収係数の影響の受け方が異なり、P施用量が著しく多く、P高蓄積状態のタマネギ畑ではP吸収係数の直接的な影響をすでに受けなくなっていた。

論 議

ハウス土壤を中心に野菜畑の養分蓄積についてはすでに多くの報告があり^{7,14)}、ハウス土壤における K_2O と MgO の蓄積^{8,15,19)}や露地野菜畑の特徴として土壤の酸性化(主として作土層直下)の問題^{12,16)}がすでに知られている。著者らはそれら府県の報告を踏まえ、道央の露地・半露地野菜畑の実態を一般畑作畑との対比の中から明らかにしようと試みた。すなわち、養分蓄積状況を作付様式という人為的な側面から検討してみた。

まず、道央の畑地を作付様式により、1)てん菜、馬鈴しょなど畑作物の輪作が行われている一般畑作畑、2)トマト、なす、はくさいなど一般野菜が連作を避けながら作られている一般野菜畑(非連作畑)、そして3)特定野菜の連作が行われている連作野菜畑とに分けた。なお、連作野菜畑をさらに、比較的粗放な肥培管理下にあるアスパラガス畑と、高度な肥培管理が行われているタマネギ畑に分けた。

このような作付様式による区分に従って、養分蓄積状況を比較検討した結果、塩基飽和度は全体的にみると、タマネギ畑>一般野菜畑>アスパラガス畑>一般畑作畑、の順に高まっていた(第3表、第1図)。なお、各塩基についてみると、竹下¹⁴⁾、久保田⁷⁾が主としてハウス土壤について指摘した K_2O と MgO の蓄積が、道央の露地・半露地野菜畑においても認められた(第2図)。また、 CaO についても、道央の露地栽培畑(半露地をも含む)の中で最も富栄養化が進んだタマネギ畑では、一般野菜畑より蓄積傾向にあった(第2図)。

一方、嶋田¹²⁾の報告にあるような露地野菜畑の酸性化は第2層においても認められず(第4表)、前述の、露地条件下での K_2O 、 MgO 蓄積と共に、府県の場合と様相を異にしていた。これは府県の2,000mm前後の降水量に対し、1,000~1,500mm程度と降水量が少ないことや、蒸発散位と降水量の関係から、道央地区の少なくとも5~9月の期間は、土壤の水分収支は蒸発散が大きく水分不足

気味である¹⁰⁾ことなどが関連している可能性が認められた。なお、この点については、今後、農家慣行施肥量の比較や耕地水分に対する気象的要因の影響などを含め、より詳細な検討が必要と思われる。

次に、Pについて比較検討してみると、タマネギ畑>アスパラガス畑>一般野菜畑>一般畑作畑、の順に蓄積が進んでいた(第3表、第1図)。なお、アスパラガス畑の第1層のP高蓄積状態は栽培様式の特徴を示しているものと推測した。すなわち、永年作物であるアスパラガスに対する施肥は表面・表層施肥であるため、土壤中で移動しにくいPが特に第1層に高蓄積し、移動し易い塩基の場合と異なって、一般野菜畑より多くなったものと推察した。

このような栽培・管理様式の特徴が養分蓄積・分布に影響を及ぼしている他の例として、ながいも畑がある。ながいも畑は掘り取り作業に伴ない作土層自体が深まり、下層まで、土壤・施肥養分がよく混和されるため、逆に第1層の養分が希釈されたと考えた(第4表)。

一般野菜畑やタマネギ畑における顕著な養分蓄積は改良資材の多用による面も大きい。第2表に示したような、施肥量の差異も長年の間に大きな要因として作用したものと推論した。すなわち、一般畑作畑に施用される施肥量に比べ、一般野菜畑、タマネギ畑の施肥量は明らかに多く、圃場からの養分持ち出し量を上回る連年の過剰施肥が、一般野菜畑やタマネギ畑の養分蓄積の一因となったものと思われた。そして、北見農試の報告²⁷⁾にもあるように、栽培年数が長くなるにつれ、第1層の $Truog-P_2O_5$ や K_2O 量が増加するばかりでなく、第2層、第3層まで養分蓄積が進んでいた。

さて、作付様式、栽培年数の相違に基づく養分蓄積状況の差異が土壤にどのような変化をもたらしているか、pHを例に検討してみると、

1) 塩基低蓄積(塩基飽和度の低い)状態では、pHは塩基飽和度の上昇につれ高まるが(第5表)、栽培期間中は施肥Nの影響を強く受け、硝酸化成に伴ないECが上昇し、pHが低下した¹²⁾。そのためECとpHの間に高い負の相関関係が成り立った(第6表)。なお、嶋田¹²⁾の指摘にもあるように、硝酸化成による NO_3-N の生成は同時に H^+ の生成を伴ない、それが置換性塩基・ CaO の土壤

溶液中への置換・溶出を促進し、そのため水溶性性塩基・CaO量が増加した(第6表)ものと推論した。また、先に述べた第2層、第3層のpHが、第1層に比べて、塩基飽和度が低いにもかかわらず高い(第4表)理由も、第1層は施肥Nの影響を受け栽培中のpHが低下するが、第2層、第3層は施肥Nの影響が少なく、その分だけpHが高くなると考えると理解できた。

2) 塩基高蓄積(塩基飽和度の高い)状態では、pHは塩基飽和度の影響を強く受け、硝酸化成に伴うECの上昇が必ずしもpHを低下させなかった。しかし、飽和土壌(塩基飽和度100%を超える場合)においては塩基飽和度とpHの関係が判然としない場合があった。一方、水溶性塩基・CaOは飽和度の上昇につれ高まり、硝酸化成に伴うCa⁺の土壌溶液中への溶出が隠蔽され、NO₃-N量と水溶性CaOの間に相関関係が認められなかったものと推測した(第5表、第6表)。

3) 塩基飽和度はすでに述べたように、土壌要因としてのCECと、人為的要因としての作付様式が関与しており(第3図)、両者が相俟って飽和度を左右していた。そして、塩基飽和度で示される養分蓄積状態の差異が土壌反応(pH)などにも相違をもたらしていた。

以上、pHを中心に検討した結果、養分蓄積の進展程度によって、pHとpHに影響を及ぼす諸要因の関係が変化していることが明らかとなった。

最後に、全体をとりまとめるならば、作付様式の相違、換言すると、人為的介入要素の強弱が、土壌中における養分蓄積の差異を惹起し、一般野菜、タマネギなど多肥で連作を強いられる作物ほど、その蓄積傾向が顕著で、しかも土層深部にまで進行せしめていた。とりわけ、養分富化の著しいタマネギ畑は、塩基飽和度に対するCEC、可給態P(Truog-P₂O₅)に対するP吸収係数(固定化)など、土壌本来の特性が抑えられ、人為的要因の影響に支配されてしまうものと思われた。それに対し、一般野菜畑やアスパラガス畑は養分蓄積がこの範疇にまで到達せず、土壌本来の特性の影響をも、少なからず受けていると見るべきであろう。

このような養分蓄積状態の進展に伴う問題点の推移を整理し、さらに作物生産の立場から、各養分蓄積段階別の施肥・土壌管理技術の確立を図ることが、野菜生産地の安定永続化につながる一つの道と思われる。

文 献

- 1) 土壌養分分析法委員会編, "土壌養分測定法", 養賢堂, 1970.
- 2) 古山芳広, 南 松雄, "北海道における玉ねぎの施肥技術改善に関する試験, 第2報 新畑における生育障害とその改良対策について", 北海道立農試集報, 18, 33—47 (1968).
- 3) 橋田茂和, "塩類濃度障害の簡易検定", 野菜に関する土壌肥料研究集録, 全購連編, 1966, p.297—302.
- 4) 北海道農務部稲作園芸課編, "野菜関係資料", 北海道農務部, 1978.
- 5) 今井弘樹, 神山雅之, 岡島秀夫, "ハウス土壌の化学性と土壌溶液濃度の調査", 日土肥学会要旨集, 1977.
- 6) 川原祥司, 黒川春一, "野菜栽培における石灰, リン酸レベルと土壌養分の挙動(第1報)", 日土肥学会要旨集, 1979, p.125.
- 7) 久保田 勝, "トマトの生育障害に関する研究, 第1報 ビニールハウス土壌の化学性, とくに塩類集積について", 新潟農試報, 18, 25—34 (1968).
- 8) 久保田 勝, "トマトの生育障害に関する研究, 第2報 トマトのマグネシウム欠乏について", 新潟農試報, 18, 35—40 (1968).
- 9) 岡島秀夫, 今井弘樹, 波多野隆介, "施肥成分の土層内分布に関する研究, 第1報 ハウス土壌における施肥成分の分布状況", 日土肥学会要旨集, 1978, p.234.
- 10) 桜谷哲夫, 羽生寿郎, "蒸発散量の気象学的, 気候学的推定", 北海道農試研究資料, 1, 1—15 (1973).
- 11) 佐藤吉之助, "ハウス土壌の塩類濃度", 野菜に関する土壌肥料研究集録, 全購連編, 1966, p.281—290.
- 12) 嶋田永生, "集約的多肥栽培土壌の酸性に関する土壌溶液論的研究", 愛知園試報, 6, 67—117 (1967).
- 13) 相馬 暁, 多賀辰義, 岩淵晴郎, "北海道における野菜畑土壌の実態とその問題点について, 第1報道央のタマネギ畑土壌の実態", 園芸学会要旨集, 昭和52年度春, 1977, p.218—219.
- 14) 竹下純則, 古藤 実, "被覆栽培野菜の土壌肥料に関する研究, 第1報 ビニールハウス土壌の化学性と作柄について", 神奈川園試報, 13, 51—58 (1965).
- 15) 野菜栽培土壌診断基準作成小委員会編, "野菜栽培土壌の診断基準の取りまとめ, 野菜栽培土壌の現状と問題点", 1975, p.51—62.
- 16) 野菜栽培土壌診断基準作成小委員会編, "野菜栽培土壌の診断基準の取りまとめ, 野菜栽培土壌の特徴と管理法", 1975, p.63—68.
- 17) 野菜栽培土壌診断基準作成小委員会編, "野菜栽培

- 土壌の診断基準の取りまとめ、野菜畑の塩基バランスの改善”。1975, p.83—94.
- 18) 吉村修一, 佐藤 清, 赤木禎二, 木村 康, 左手勝巳, “ハウスナス連作土壌の対策調査 (I)”. 大阪農技セ研報, **9**, 87—98 (1972).
- 19) 吉村修一, 佐藤 清, 赤木禎二, 木村 康, 左手勝巳, “ハウスナス連作土壌の対策調査 (II)”. 大阪農技セ研報, **10**, 59—69 (1973).
- 20) 吉村修一, 佐藤 清, 赤木禎二, 木村 康, 左手勝巳, “ハウスナス連作土壌の対策調査 (III)”. 大阪農技セ研報, **11**, 57—68 (1974).
- 22) 北海道立中央農業試験場編, “土壌保全全対策試験成績書 (昭和49年度)”. 1974.
- 23) 北海道立中央農業試験場編, “土壌保全全対策試験成績書 (昭和50年度)”. 1975.
- 24) 北海道立中央農業試験場編, “土壌保全全対策試験成績書 (昭和51年度)”. 1976.
- 25) 北海道立中央農業試験場編, “土壌保全全対策試験成績書 (昭和52年度)”. 1977.
- 26) 北海道立道南農業試験場, “野菜畑に対する石灰・磷酸資材の施用法試験 (北海道農業試験場会議資料)”. 1978.
- 27) 北海道立北見農業試験場編, “北見地区における玉ねぎ栽培並びに玉ねぎ畑土壌の実態調査報告書”. 1975.
- 21) 北海道立中央農業試験場編, “土壌保全全対策試験成績書 (昭和48年度)”. 1973.

参考資料

The Condition and Problems of Vegetable Farm Soils in the Central Region of Hokkaido

Satoru SOUMA*, Tatsuyoshi TAGA*, Tadao ISHII*, Yoshitaka HIRAI**,
and Haruo IWABUCHI***

Summary

Nutrient accumulation which depended on cultivation type such as general dry farming, general horticulture or continuous vegetable monoculture (asparagus and onion farms), were studied principally for the degree of base saturation and values of $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ in alluvial soils, heavy soils and volcanic soils, all from the central area of Hokkaido.

The results showed that the degree of base saturation increased with general dry farming showing the lowest and general vegetable, asparagus, and onion farms, in ascending order of increase whereas for the P_2O_5 accumulation (represented by $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$) general dry farming, ranked the lowest and increased through general vegetable and asparagus, with onion farms again the highest.

Among the same kind of onion farms, the degree of base saturation increased and P_2O_5 accumulation was maintained under continued onion cultivation. Thus, fertilization and nutrient accumulation in each soil type mentioned above showed a certain trend which depended on the cultivation type and length of cultivation. In relation to nutrient accumulation and fertilization, the soil pH was greatly affected at low levels of base accumulation by the nitrogen applied (the nitrification). However, in fields with high levels of base accumulation, the amount of nitrogen applied had much less effect on the pH level.

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan.

** Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kun-neppu, Hokkaido, 099-14 Japan.

*** Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station, Asahikawa, Hokkaido, 078-02 Japan.