

野菜類に対する塩安系肥料の肥効に関する研究

嶋田典司・佐藤幸夫・松尾浩次・小島道也

(土壌学および植物栄養学研究室)

Efficiency of the Ammonium Chloride Fertilizers on the Vegetable Crops

Noritsugu SHIMADA, Yukio SATO, Kōji MATSUO and Michiya KOJIMA

Laboratory of Soil Science and Plant Nutrition

Abstract

Efficiency of the Ammonium Chloride Fertilizers on the Vegetable Crops. Noritsugu SHIMADA, Yukio SATO, Kōji MATSUO and Michiya KOJIMA. Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Japan. *Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ.*, No. 25 : 5—12, 1977.

The field experiments were carried out in 1974 (humid year) and 1975 (arid year) to elucidate the efficiency of the ammonium chloride fertilizers on turnip (var. Kanamachi Kokabu), japanese radish (var. Natsumino No. 2) and carrot (var. Kuroda Gosun).

1) Efficiencies of the ammonium chloride fertilizers on the yields of turnip and japanese radish were greater than or equal to those of ammonium sulfate and urea.

2) Relatively high efficiency with ammonium chloride fertilizers was discussed with respect to the degree of base saturation of the soil used in the experiments.

3) EC values and the contents of chlorine in the soils and the concentrations of chlorine in the vegetables were increased with the application of ammonium chloride fertilizers, but the visible injury in the vegetables did not make in an appearance so far as nitrogen was applied with the chloride form in an ordinary amount (N, 15 Kg/10 a).

4) PH values of the soils applied the ammonium chloride fertilizers were more reduced slightly than that of the urea plot, but as same as that of the ammonium sulfate plot.

5) Calcium and magnesium concentrations in the tops of both turnip and japanese radish were more increased with the application of the ammonium chloride fertilizers than that of the ammonium sulfate.

Cl は高等植物に対する必須元素の一つとして重要な生理作用をもっている。しかし Cl は土壌中では Ca や Mg と結合して易溶性の塩類となり、土壌溶液の塩類濃度を高めたり⁴⁾、また雨水によって溶脱を受けやすく、土壌を酸性化する^{7,8)}といわれており、そのため Cl 含有肥料は水田ではよいが畑作物に施用するには大きな欠点があるとされてきた。

しかし塩化物肥料は硫酸塩肥料よりも経済的に有利である¹⁰⁾。また Cl は硝酸化成を遅らせる¹⁾ため NO₃ としての溶脱を減少させると考えられ、さらに Cl は K,

Mg, Ca の作物による吸収を助長する^{1,5)}という利点ももっているといわれている。肥料のもっている性質の良否は野菜類のように比較的多肥栽培をする場合にとくに重要となってくる。したがって使用する肥料についてはその性質を十分には握しておく必要がある。

以上の観点から塩素含有肥料の一種である塩安系肥料が野菜類に対してどのような影響を与えるかを収量、無機成分の吸収、土壌の Cl 濃度、EC および pH の変化などの面より他の形態の窒素質肥料との比較において検討した。

実 験 方 法

供試作物には カブ (金町こかぶ), ダイコン (夏美濃 2 号) およびニンジン (黒田五寸にんじん) を使用した。栽培は千葉大学園芸学部圃場 (火山灰土壌) にて行なった。試験区は 1 区 $1.8\text{m} \times 1.8\text{m}$ とし各区 3 連制とした。各区に 3 条作条し, 所定の肥料を条施した後, 1 条ずつカブ, ニンジン, ダイコンを播種した。試験は 1974 年と乾燥期における影響を検討するために行なった 1975 年の 2 回とも同一の試験区に同一の作物を栽培して実施した。

試験に用いた窒素質肥料の種類は塩安系肥料として塩安 (N, 25.0%), 複合 A (くみあい苦土塩加磷安 264, N, 12.0%, P_2O_5 , 16.0%, K_2O , 14.0%, MgO , 4.0%), 複合 B (くみあい塩加磷安 1 号, N, 14.0%, P_2O_5 , 14.0%, K_2O , 14.0%) と, 硫安 (N, 21.0%), 尿素 (N, 46.0%) の 5 種とし, 第 1 表に示したように 6 区の試験区を設けた。全施肥量は N, P_2O_5 , K_2O , MgO それぞれ 15, 20, 17.5, 5 (kg/10 a) とし, 各区の成分量を調整するために試験区に挙げた肥料で不足する分

は過リン酸石灰, 硫酸カリ, 硫酸 マグネシウムで補った。施肥は全量基肥とした。

栽培は 1974 年は 6 月 7 日に播種し, カブは 7 月 26 日, ダイコンは 8 月 14 日, ニンジン は 10 月 7 日に収穫した。また 1975 年度は乾燥期に栽培する目的で 7 月 17 日に播種し, 8 月 25 日にカブを, 9 月 8 日にダイコンを収穫した。この間各区均一な本数になるように間引をし, 病虫害防除のための薬剤散布を行なった。

栽培終了時に収量を調査し, 常法¹²⁾により植物体を乾燥粉末にした後, N はキエルダール法, Cl は VOLHARD 法¹¹⁾, K は焰光光度法, Ca および Mg は原子吸光光度法によって定量した。土壌の EC は 1:5 浸出液について EC メーター (TOA Electronics Ltd. Conduct Meter Model CM-2A) で測定し, pH はガラス電極法, 地表下 10, 20, 30, 50 cm の土壌水分は池田式テンシオメーターで測定した。

実 験 結 果

1) 実験 1

1974 年 6 月 7 日より実施した実験 1 の収量成績を第

第 1 表 試験区 および 施 肥 量

試 験 区	肥料成分 (kg/10 a)				備 考
	N	P_2O_5	K_2O	MgO	
塩 安 区	15	20	17.5	5	P_2O_5 は過石, K_2O は硫加, MgO は硫酸マグネシウムで施与
複 合 A 区	15	20	17.5	5	複合 A のみを 10 a 当り 125 kg 施与
複 合 B 区	15	20	17.5	5	P_2O_5 5 kg は過石, K_2O 2.5 kg は硫加, MgO は全量硫酸マグネシウムで施与
硫 安 区	15	20	17.5	5	P_2O_5 は過石, K_2O は硫加, MgO は硫酸マグネシウムで施与
尿 素 区	15	20	17.5	5	同 上
無 肥 料 区	0	0	0	0	

第 2 表 カブ の 収 量 (1974 年)

(kg/a)

試 験 区	上 物			下 物			合 計		
	総 重	地下部重	本 数	総 重	地下部重	本 数	総 重	地下部重	本 数
塩 安 区	192.7 (118)	97.6 (124)	2880 (107)	101.5 (118)	34.8 (112)	2970 (107)	294.2 (118)	132.4 (121)	5850 (107)
複 合 A 区	151.3 (93)	71.3 (91)	2430 (90)	79.3 (92)	28.7 (92)	2610 (94)	230.6 (92)	100.0 (91)	5040 (92)
複 合 B 区	155.9 (95)	79.1 (101)	2520 (93)	88.9 (103)	33.7 (108)	3060 (110)	244.8 (98)	112.8 (103)	5580 (102)
硫 安 区	163.4 (100)	78.7 (100)	2700 (100)	86.2 (100)	31.2 (100)	2790 (100)	249.6 (100)	109.9 (100)	5490 (100)
尿 素 区	155.2 (95)	78.5 (100)	2430 (90)	101.2 (117)	37.3 (120)	3420 (123)	256.4 (103)	115.8 (105)	5850 (107)
無 肥 料 区	11.8 (7)	6.5 (8)	360 (13)	44.2 (51)	20.8 (67)	2430 (87)	56.0 (22)	27.3 (25)	2790 (51)

() 内は指数

2表～第4表に示した。

カブの場合、地下部重が約 30 g 以上のものを上物とし、約 30 g～約 15 g のものを下物とした。上物および合計収量において塩安区が最も多く、複合A区は若干劣った。複合B区は硫安区、尿素区と大差なかった。

第3表 ダイコンの収量 (1974 年) (kg/a)

試験区	総重	地下部重	葉重	本数	T/R
塩安区	642.6 (93)	465.8 (100)	226.8 (102)	630	0.49
複合A区	753.3 (109)	486.9 (104)	266.4 (120)	630	0.55
複合B区	791.1 (115)	520.2 (111)	270.9 (122)	630	0.52
硫安区	689.4 (100)	467.1 (100)	222.3 (100)	630	0.48
尿素区	666.5 (97)	450.0 (96)	216.9 (98)	630	0.48
無肥料区	502.2 (73)	318.6 (68)	183.6 (83)	630	0.58

() 内は指数

ダイコンの収量は第3表に示したとおり、複合B区が地下部重および総重においてわずかに優れた他は顕著な差は認められなかった。なお T/R 率は塩安系肥料区は硫安区、尿素区と比較してわずかに高い傾向がみられた。

ニンジンでは地下部重量が約 100 g 以上のものを上物とし、それ以下約 30 g までのものを下物とした。上物の収量は硫安区と比較して塩安区および複合B区がわずかに優り、複合A区は逆に劣った。一方下物の地下部重量では顕著な差はみられなかった。

作物のN含有率を第5表に示した。3種の作物を通じて処理区間に一定の傾向は認められなかった。地上部、地下部ともにカブは N 含有率が最も高く、以下ダイコ

第5表 作物の全窒素含有率 (乾物中%)

試験区	カブ		ダイコン		ニンジン	
	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部
塩安区	4.61	4.06	3.07	3.33	2.75	2.02
複合A区	4.57	3.95	3.58	3.10	2.99	1.90
複合B区	4.47	3.31	3.60	2.87	2.35	1.95
硫安区	4.48	3.79	3.14	2.86	3.11	2.24
尿素区	5.10	3.96	3.81	2.91	2.82	1.95
無肥料区	4.11	3.02	3.34	1.89	2.15	1.66

ン、ニンジンの順であり、この傾向は無肥料区を含めてすべての区に共通であった。

第6表 作物の塩素含有率 (乾物中%)

試験区	カブ		ダイコン		ニンジン	
	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部
塩安区	1.97	0.69	2.02	0.47	4.02	0.63
複合A区	2.02	0.83	2.55	0.85	4.17	0.84
複合B区	2.30	0.72	3.21	0.62	3.94	0.81
硫安区	0.91	0.31	1.18	0.41	2.69	0.47
尿素区	0.92	0.41	1.33	0.40	2.31	0.44
無肥料区	1.17	0.76	1.82	0.70	2.90	0.61

Cl 含有率を第6表に示した。塩安系肥料区における Cl 含有率は、いずれの部位においても高かった。地上部では複合B区が、カブ、ダイコンにおいて高く、地下部では複合A区が3種の作物を通じて高い傾向がみられた。地下部の Cl 含有率は3種の作物間で一定の傾向はみられないが、地上部ではニンジンが最も高く、以下ダイコン、カブの順で、Nとは全く逆の傾向を示した。

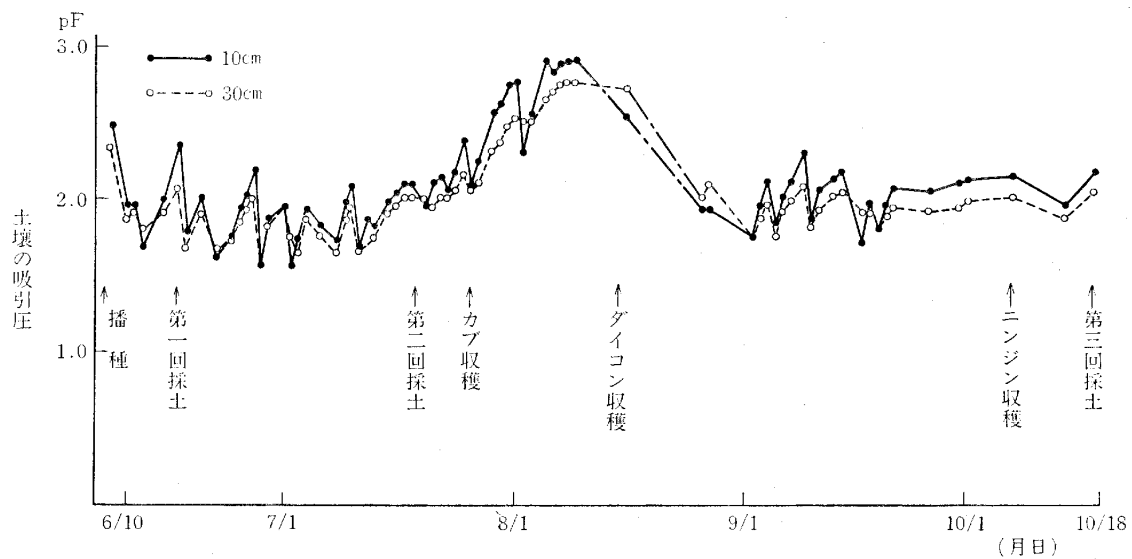
実験期間における実験圃場の土壌水分の変化を第1図

第4表 ニンジンの収量 (1974 年)

(kg/a)

試験区	上物			下物			合計		
	総重	地下部重	本数	総重	地下部重	本数	総重	地下部重	本数
塩安区	537.3 (116)	306.9 (120)	2700 (115)	305.1 (90)	153.9 (91)	3240 (90)	842.4 (105)	460.8 (109)	5940 (100)
複合A区	409.5 (88)	225.9 (88)	2070 (89)	405.9 (120)	161.1 (96)	3420 (95)	815.4 (102)	387.7 (92)	5490 (92)
複合B区	536.4 (116)	307.8 (120)	2970 (127)	319.5 (94)	157.5 (94)	3330 (93)	855.9 (107)	465.3 (110)	6300 (106)
硫安区	464.4 (100)	255.6 (100)	2340 (100)	339.3 (100)	168.3 (100)	3600 (100)	803.7 (100)	423.9 (100)	5940 (100)
尿素区	420.3 (91)	237.6 (93)	2160 (92)	347.4 (102)	173.7 (103)	3870 (108)	767.7 (96)	411.3 (97)	6030 (102)
無肥料区	309.6 (67)	166.5 (65)	2070 (89)	240.3 (71)	109.8 (65)	3240 (90)	549.9 (68)	276.3 (65)	5310 (89)

() 内は硫安区を 100 としたときの指数。



第1図 土 壤 水 分 の 変 化 (1974 年)

に示した。測定は2地点について地表下10, 20, 30, 50cmの4カ所で行ない、このうち10cmと30cmの値を2カ所の平均値として示した。カブの生育期間中は降雨が多く、土壌の pF は1.9内外であった。7月24日以後約20日間は雨も少なく、高い pF 値を維持し、8月9日には最高の pF 値を示した。8月25日以降は台風の影響のため断続的に大雨が降り、 pF 2近くを上下して乾湿をくり返した。ニンジンの収穫期近くでは気候も安定し、やや乾燥気味の経過をたどった。

第7表 土 壤 pH の 変 化 (1974 年)

試 験 区	6月17日		7月19日		10月18日	
	pH		pH		pH	
	H ₂ O	KCl	H ₂ O	KCl	H ₂ O	KCl
塩 安 区	6.50	5.90	6.80	5.95	7.02	6.15
複 合 A 区	6.70	6.05	6.90	6.17	6.90	6.23
複 合 B 区	6.47	5.90	6.82	6.00	6.95	6.10
硫 安 区	6.55	5.90	6.86	5.80	6.80	6.13
尿 素 区	6.73	6.03	6.85	6.22	7.06	6.25
無 肥 料 区	6.83	6.05	6.84	6.05	7.17	6.30

第8表 土 壤 EC の 変 化 (1974 年)

試 験 区	EC (m Ω /cm 1:5)		
	6月17日	7月19日	10月18日
塩 安 区	0.63	0.13	0.08
複 合 A 区	0.52	0.12	0.09
複 合 B 区	0.65	0.13	0.09
硫 安 区	0.55	0.13	0.09
尿 素 区	0.59	0.14	0.09
無 肥 料 区	0.36	0.12	0.08

第9表 土 壤 の Cl 含 量 の 変 化 (1974 年)

試 験 区	Cl 含有量 (mg/乾土 100g)		
	6月17日	7月19日	10月18日
塩 安 区	11.57	1.25	4.24
複 合 A 区	9.02	2.31	4.64
複 合 B 区	13.72	0.84	5.22
硫 安 区	1.68	1.09	3.46
尿 素 区	1.48	1.10	3.62
無 肥 料 区	1.07	1.55	3.81

施肥後10日目の6月17日と約1カ月後の梅雨時の7月19日、収穫終了後の10月18日に土壌(0~15cm)の pH (第7表)およびEC(第8表)、Cl(第9表)を測定した。

3回を通じて土壌 pH の大きな変化はみられなかったが、後期の方がわずかではあるが pH が上昇する傾向がみられた。ECは1回目の試料が最も高く、2回目、3回目と次第に減少した。1回目の試料のうちでは無肥料区を除いては大差はなかったが、その中では複合B区、塩安区がわずかに高い値を示した。2回目、3回目の試料ではほとんど差はみられなかった。

土壌のCl含量は肥料の種類の影響を受けて塩安系の肥料区では1回目の試料において著しく高い値を示した。しかし梅雨中の2回目の試料では複合A区がわずかに高かったほかは顕著な差はみられず、全般に低い値であった。3回目の試料では各区でCl含量の上昇がみられ、中でも塩安系肥料区において著しかった。

2) 実験2

1975年7月17日より実施した栽培試験の結果を第10表と第11表に示した。カブでは上物および合計収量

第 10 表 カブの収量 (1975 年)

(kg/a)

試験区	上 物			下 物			合 計		
	総重	根重	本数	総重	根重	本数	総重	根重	本数
塩 安 区	261.6 (164)	135.9 (160)	3495 (138)	50.7 (74)	19.8 (78)	1905 (66)	312.3 (137)	155.7 (141)	5400
複 合 A 区	182.7 (119)	90.0 (106)	2862 (113)	61.8 (90)	20.1 (79)	2538 (88)	244.5 (107)	110.1 (100)	5400
複 合 B 区	207.0 (129)	108.0 (127)	3030 (120)	51.6 (75)	18.3 (72)	2370 (83)	258.6 (113)	126.3 (114)	5400
硫 安 区	159.9 (100)	85.2 (100)	2529 (100)	68.7 (100)	25.3 (100)	2871 (100)	228.6 (100)	110.4 (100)	5400
尿 素 区	206.4 (129)	106.2 (125)	3138 (124)	56.1 (82)	21.3 (84)	2262 (79)	262.2 (115)	127.5 (115)	5400
無 肥 料 区	20.7 (13)	12.9 (15)	597 (24)	57.0 (83)	27.0 (107)	4806 (167)	77.7 (34)	42.6 (39)	5400

() 内は硫安区を 100 とした指数.

第 11 表 ダイコンの収量 (1975 年) (kg/a)

試験区	総重	葉重	根重	本数	T/R
塩 安 区	438.5 (109)	151.9 (112)	286.6 (107)	720	0.53
複 合 A 区	450.7 (112)	168.5 (124)	282.2 (105)	720	0.60
複 合 B 区	466.6 (116)	175.7 (129)	290.9 (109)	720	0.60
硫 安 区	403.9 (100)	136.1 (100)	267.8 (100)	720	0.51
尿 素 区	416.2 (103)	137.6 (101)	278.6 (104)	720	0.49
無肥料区	180.0 (45)	67.7 (50)	115.2 (43)	720	0.56

() 内は硫安区を 100 とした指数.

において塩安区が最も優っている. 次は複合 B 区と尿素区であった. 複合 A 区と硫安区は大差なかった.

ダイコンの収量は無肥料区を除いては顕著な差はみられないが, 硫安区と比較して塩安系肥料区はわずかに優っているようである. この傾向は前年度の試験と全く同様であった. また塩安系肥料区の T/R がわずかに高い傾向も前年度と同様であった.

なお前年同様ニンジンも栽培したが, 乾燥のために発芽がきわめて悪く区によって本数に著しいばらつきを生じたために収量調査は行なわなかった. なお発芽率については肥料間に差はみられなかった.

カブの無機成分含有率を第 12 表に示した. 茎葉部の K は無肥料区を除いては複合 A 区がやや低い含有率を示した. 茎葉部と根部の K 含有率の間には大差はみられなかった. Ca, Mg は茎葉部では塩安系肥料区は硫安区と比較して含有率がやや高かった. しかし根部では顕著な差異は認められなかった. また Ca, Mg は K とは異なり, 茎葉部では根部よりも著しく高含有率であり Ca では約 6 倍, Mg では約 2 倍近い値を示している.

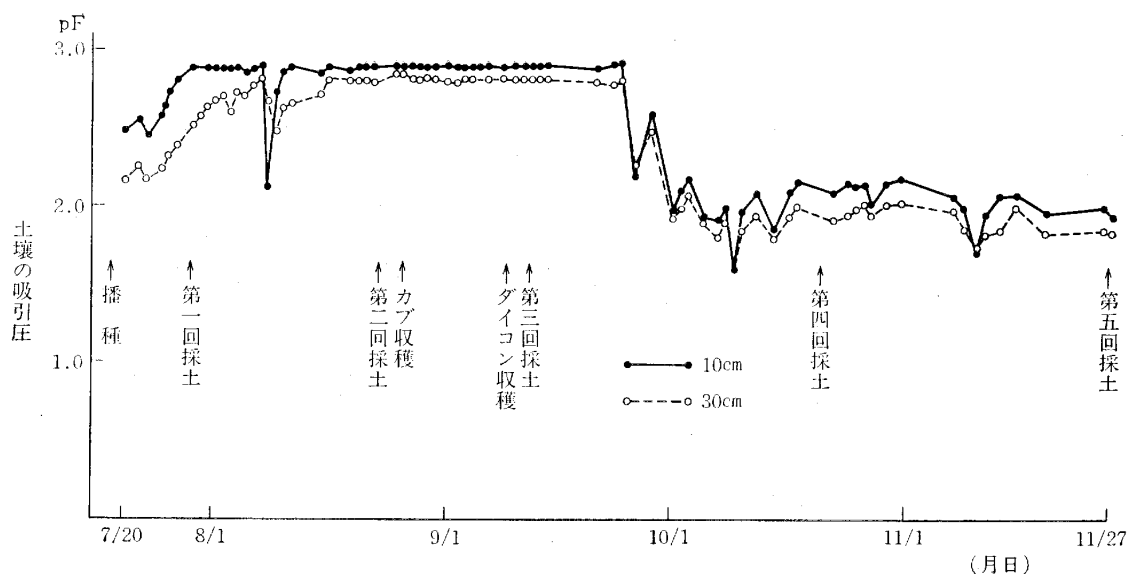
第 12 表 カブの無機組成 (乾物中 %)

部位	試験区	K ₂ O	CaO	MgO	N	Cl
茎葉部	塩 安 区	6.46	3.73	0.87	4.30	2.42
	複 合 A 区	5.93	3.23	0.93	2.91	2.43
	複 合 B 区	6.63	3.41	1.02	3.16	2.72
	硫 安 区	6.22	3.10	0.83	3.56	0.82
	尿 素 区	6.08	2.76	0.92	4.30	0.93
	無肥料区	3.80	3.82	1.05	2.77	2.06
根部	塩 安 区	6.08	0.54	0.40	3.41	0.74
	複 合 A 区	6.09	0.55	0.46	3.59	0.81
	複 合 B 区	6.28	0.52	0.43	2.84	0.91
	硫 安 区	5.77	0.55	0.41	3.30	0.33
	尿 素 区	6.02	0.58	0.46	3.41	0.35
	無肥料区	4.02	0.48	0.33	2.16	0.63

第 13 表 ダイコンの無機組成 (乾物中 %)

部位	試験区	K ₂ O	CaO	MgO	N	Cl
茎葉部	塩 安 区	5.24	3.74	1.61	4.01	3.11
	複 合 A 区	4.42	4.39	1.59	3.34	4.00
	複 合 B 区	5.45	3.91	1.57	4.18	3.23
	硫 安 区	5.61	3.12	1.43	3.69	1.21
	尿 素 区	4.35	4.02	1.51	3.70	1.40
	無肥料区	4.64	4.16	1.68	3.30	2.59
根部	塩 安 区	7.05	0.49	0.27	2.69	1.02
	複 合 A 区	6.96	0.47	0.28	2.37	0.98
	複 合 B 区	7.64	0.48	0.41	3.04	0.97
	硫 安 区	7.07	0.48	0.31	2.49	0.36
	尿 素 区	7.07	0.57	0.35	2.72	0.60
	無肥料区	6.86	0.52	0.50	1.99	0.53

茎葉部の全 N は塩安区および尿素区が高く, 複合 A 区は無肥料区について低含有率であった. Cl は茎葉部根部ともに塩安系肥料区は含有率が高い. また茎葉部は根部よりも著しく含有率が高く, 各区でほぼ 3 倍近い値



第2図 土 壌 水 分 の 変 化 (1975 年)

を示した,

ダイコンの無機成分含有率を第13表に示した。まず茎葉部についてみると、Kはカブの場合と同様に複合A区がやや低い含有率を示した。これに対してCaは複合A区で高かった。一方、硫安区はKが高含有率を示したのに対し、CaおよびMgは逆に最も低く、拮抗的な関係がみられた。2価カチオン(Ca+Mg)の合計量は、塩安系肥料区はいずれも硫安区よりも高く、この傾向は前述のカブの場合と同様である。しかし根部では2価カチオンについて茎葉部におけるような傾向はみられなかった。根部のK含有率は、各区で茎葉部よりもかなり高かった。

全Nは茎葉部で複合A区がやや低く、また塩安区においてやや高い傾向がみられ、カブの場合と類似していた。

Clは塩安系肥料区は茎葉部、根部、ともに高含有率を示し、その値はカブの場合よりも、大きい傾向がみられた。なお無肥料区の茎葉部のCl含有率は硫安区や尿素区よりもかなり高く、その傾向はカブでもみられたが、その理由は不明である。

栽培期間中における試験圃場の土壌水分の変化を1974年度と同様にテンシオメーターで測定した(第2図)。播種後からカブ、ダイコンの栽培期間を含む9月下旬までは降雨が著しく少なく、異常乾燥が続いたため、地表下10cmのpFは2.9前後の値を示し続け、30cm層においても2.6~2.8という高い値であった。したがって降雨の比較的多かった前年度と対比して乾燥条件下における肥料の影響を検討するためには適した条件であった。9月下旬から11月初旬までは降雨のため土壌は湿潤となり、pF2近くを上下し、若干の乾湿をくり返した。

第14表 土 壌 pH の 変 化 (1975 年)

試 験 区	7 月 28日	8 月 22日	9 月 11日	10 月 20日	11 月 29日
塩 安 区	6.60	6.50	6.30	6.61	6.73
複 合 A 区	6.80	6.86	6.12	6.89	6.89
複 合 B 区	6.72	6.72	6.02	6.48	6.58
硫 安 区	6.49	6.18	6.32	6.86	6.61
尿 素 区	6.83	6.98	6.81	6.88	6.92
無 肥 料 区	7.07	6.99	6.92	7.10	6.88

第15表 土 壌 EC の 変 化 (1975 年)

試 験 区	EC (mS/cm 1:5)				
	7 月 28日	8 月 22日	9 月 11日	10 月 20日	11 月 29日
塩 安 区	0.12	0.29	0.63	0.18	0.10
複 合 A 区	0.14	0.11	0.76	0.10	0.09
複 合 B 区	0.13	0.15	0.69	0.12	0.10
硫 安 区	0.12	0.35	0.42	0.12	0.21
尿 素 区	0.12	0.10	0.24	0.13	0.11
無 肥 料 区	0.11	0.09	0.11	0.10	0.10

第16表 土 壌 の Cl 含 量 の 変 化 (1975 年)
(mg/乾土 100g)

試 験 区	7 月 28日	8 月 22日	9 月 11日	10 月 20日	11 月 29日
塩 安 区	17.1	27.2	77.0	4.1	1.2
複 合 A 区	7.8	4.6	112.6	2.0	1.2
複 合 B 区	5.0	13.9	116.9	4.7	0.9
硫 安 区	1.6	2.9	1.4	2.0	0.9
尿 素 区	3.3	2.0	2.1	3.1	2.6
無 肥 料 区	4.0	3.0	2.0	3.4	1.4

施肥後 12 日目より 5 回にわたって表土 (0-15 cm) を採取し, pH (第 14 表), EC (第 15 表), Cl 含有量 (第 16 表) を測定した。

時期別にみて pH の変動は顕著ではないが, 硫安区を除いては 9 月 11 日に最低の値を示した。なおこの時期は土壤が著しい乾燥状態を示した時期である。各期を通じて塩安系肥料区および硫安区は尿素区および無肥料区よりも pH がわずかに低い傾向を示した。

土壤の EC は時期別にみると各区とも 9 月 11 日が最も高かった。肥料間の差では塩安系の肥料区が高く, 次が硫安区で, 尿素区は低かった。しかし最も高い値を示した複合 A 区でも 0.76 mS で, 濃度障害を示すまでには至らなかった, 9 月下旬頃からの降雨量の増加により, 4 回目, 5 回目の試料では EC が著しく低下し無肥料区と差がみられなくなった。なお無肥料区は各期を通してほとんど変化はみられず, 0.1 mS 程度の低い EC 値を示していた。

土壤の Cl 含有率をみると, 硫安区, 尿素区および無肥料区では期間中顕著な変動はなかった。しかし塩安系肥料区においては次第に増加し, 9 月 11 日の試料で最高になった。7 月 28 日と 8 月 22 日の試料では塩安区が最も高い含有率を示したが, 9 月 11 日では複合 B 区が最も高く, 複合 A 区も同程度に高い含有率を示した。10 月 22 日以降の試料では降雨のために溶脱されて Cl 含有率が低下した。

考 察

1974 年は当初の予想を超えて梅雨期が長く, しかも降雨量も多かった。播種後 40 日間とはくに降雨が多かったため, カブでは生育期の大半が, ダイコンでは初期～中期が, ニンジンでは生育の初期がきわめて多湿な土壤条件下にあったと言える。したがって施肥した肥料の土壤塩類濃度に対する影響あるいは作物の生育障害に対する影響について試験する目的からすれば, 1974 年度における栽培の気象条件は適当ではなかったわけである。

そこで 1975 年度に播種期を遅らせて乾燥が予想される時期を選んで試験したところ, 予想以上の乾燥気候となり, 播種後 70 日間は降雨は著しく少なく, カブ栽培期間 (40 日間) 中の全降雨量はわずかに 52 mm であった。またダイコン栽培期間 (54 日) 中でも 55 mm であり, 乾燥条件下で実施しようとした試験目的には十分適合し得るものであった。

作物の収量についてまず生育期間中比較的雨の多かった 1974 年度の成績をみると, 生育期間の長短や作物の種類によって傾向は必ずしも明確ではないが, 3 種の作物を通じて塩安区が比較的良好な成績を示していること

がわかる (第 2 表～第 4 表)。作物の収量を Cl の吸収の面から検討すると, 第 6 表に示したように塩安系肥料区の作物はいずれも Cl 含有率が高まっているが, 体内の Cl 濃度と障害発現については培地の栄養条件との関係もある^{2,3,6)}。この程度の Cl 含有率の上昇は直接にはカブ, ダイコン, ニンジンの収量を低下させないものと考ええる。

土壤中における Cl 含有率は経時的にかなり変動しているが, これは主として気候に基因した土壤の乾湿のためと考えられる。なお 10 月 18 日の試料 (第 9 表) で再び Cl 濃度が上昇しているのは, 土壤の乾燥の他に台風に伴う雨水による塩分の混入も考えられる。

一方 1975 年度は予想通り作物の生育期間の初期において著しく乾燥し, 塩安系肥料で心配される濃度障害²⁾をみるためには好都合な条件となった。まずカブの収量をみると, 塩安系肥料区は硫安区よりもわずかに優り, とくに塩安区における上物の収量が多かった。前年度の試験で塩安区が比較的好成績を示した原因の一つとして多湿な土壤条件が考えられたわけであるが, 1975 年度の試験のように異常とも言えるような乾燥条件下でも塩安系の肥料が比較的好成績を示したことは注目すべきことと思われる。またダイコンでもカブほど顕著ではないが, 塩安系肥料区は硫安区と比較してわずかに優る結果を示した。

次に無機成分含有率の面より検討すると作物体の Cl 含有率は塩安系肥料区では 1974 年度と同様にかなり上昇し, とくに茎葉部での Cl の集積が著しかった。しかし通常の N 施肥量の範囲内では塩安から供給される程度の Cl 量ならば直接作物体に障害をもたらす程にはならないものと思われる。またこのことは土壤の塩類濃度についても同様であって, 塩安系肥料区は乾燥によって土壤の塩類濃度を高めたけれども, カブやダイコンに生育障害を生じさせる程には至らなかった。

作物による Ca, Mg および K の吸収に対する Cl の影響については種々の検討が行なわれているが, Cl は SO_4 と比較してこれらカチオンの吸収をより助長する^{1,9)}。本実験においてもわずかではあるが, カブ, ダイコンの茎葉部で塩安系肥料区が Ca, Mg 含有率を増した (第 12 表, 第 13 表)。

塩安系肥料の欠点の一つとして従来より土壤中の塩素の流亡を促進し, 土壤を酸性化する^{7,8)}ことが挙げられている。本実験においても実験 2 において塩安系肥料区では尿素区よりもわずかに pH が低かったが, 硫安区と比較するとほとんど差はみられなかったが, これは試験を行なった土壤の化学性が大きく影響しているものと考えられる。土壤の pH 変化および作物の塩基吸収と関連

して重要であると考えられるものは土壌の塩基飽和度である。本試験圃場は 1973 年までは十分量の塩基を補給して野菜栽培が行なわれていた熟畑であった。すなわち塩基飽和度もほぼ 100% に近く、 $pH(H_2O)$ もほぼ中性であり、また置換性 Ca も 17 me/100 g、置換性 Mg も 6 me/100 g 程度含有されていた。かなり極端な湿潤条件（実験 1）下と乾燥条件（実験 2）下で 2 年にわたって同一圃場で行なわれた栽培試験の結果、塩安系肥料が比較的良好な肥効を示したわけであるが、本実験は土壌中に十分量の塩基が含まれている条件下で実施されたものであり塩基飽和度の高い土壌を用いたことが硫安や尿素と比較して塩安系肥料の肥効を良好にしたのではなにかと考えられる。

従来より畑作では塩安系肥料の施用は欠点が多いとされていたが、以上述べたように畑地の土壌条件によっては塩安系肥料も十分肥効を発揮することが明らかになった。

なお本試験は、N のみを塩化物の形で与えたものであり、施肥量調整用に施用した K や Mg はすべて硫酸塩で与えた。したがって N 以外のものも塩化物で施用した場合の作物のレスポンスについては今後の検討にまたなければならない。

摘 要

野菜類のうちカブ、ダイコンおよびニンジンに対する塩安系肥料の肥効を明らかにするために 1974 年（湿潤年）と 1975 年（乾燥年）の 2 回、火山灰土壌における圃場栽培試験を行なった。

1) 塩安系肥料は硫安や尿素と比較してカブ、ダイコン、ニンジンの生育、収量に対してほぼ同等かそれ以上の肥効を示した。

2) 塩安系肥料区が比較的高い肥効を示した一因とし

て土壌の塩基飽和度について考察した。

3) 塩安系肥料の施用によって土壌の EC, Cl 含量は増加し、作物体中の Cl 濃度も上昇したが、10 a 当り N 15 kg 程度の施用では Cl による直接の障害は発現しなかった。

4) 塩安系肥料区は尿素区よりも土壌 pH はわずかに低下したが、硫安区とほとんど差はなかった。

5) 塩安系肥料区は硫安区よりもカブ、ダイコン茎葉部の Ca, Mg 含有率がわずかに増加した。

謝辞 本研究を行なうにあたり御協力を得た塩安協会専務理事井利一氏に謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 蟻川浩一 (1966) : 農及園, **41**, 1505—1508.
- 2) BUCHNER, A. (1951) : Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk., **55**, 124—144.
- 3) ——— (1952) : ibid, **57**, 1—29.
- 4) 藤沼善亮・田中房江 (1975) : 農技研報告, **B**, **26**, 1—94.
- 5) 藤原彰夫・鳥居賢治 (1961) : 土肥誌, **32**, 375—379.
- 6) HARWARD, M. E., JACKSON, W. A., PILAND, J. R. and MASON, D. D. (1956) : Soil Sci. Soc. Amer. Proc., **20**, 231—236.
- 7) 橋本 武・中村和弘 (1971) : 土肥誌, **42**, 453—458.
- 8) ———・———・横田弘司 (1974) : 土肥誌, **45**, 213—218.
- 9) 西宗 昭・藤田 勇 (1974) : 北海道農試研究資料, **4**, 15—55.
- 10) 農林省統計情報部 (1976) : 農林水産統計, p. 160, 農林統計協会.
- 11) 植物栄養学実験編集委員会 (1959) : 植物栄養学実験, p. 80, 朝倉書店.
- 12) 植物栄養学実験編集委員会 (1959) : 植物栄養学実験, p. 15, 朝倉書店.