



Title	土地利用を異にする土壤の土壤溶液イオン組成に関する比較研究：第1報 ハウス土壤について
Author(s)	岡島, 秀夫; 今井, 弘樹; 神山, 雅之
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 12(3), 200-210
Issue Date	1981-03-19
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11951
Type	bulletin (article)
File Information	12(3)_p200-210.pdf



[Instructions for use](#)

土地利用を異にする土壤の土壤溶液 イオン組成に関する比較研究

第1報 ハウス土壤について

岡島秀夫・今井弘樹・神山雅之

(北海道大学農学部農芸化学科土壤学講座)

(昭和55年8月15日受理)

Comparative Studies on the Chemical Composition of Soil Solution in Land Used for Various Purposes

Part 1. Soil Solutions Separated from Soils Used for Vegetables in Plastic Greenhouse

Hideo OKAJIMA, Hiroki IMAI
and Masayuki KOYAMA

(Laboratory of Soils, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

土壤溶液の研究は、山崎ら¹⁾の綜説に詳しく述べられているように比較的古い歴史をもち、すでに1804年 DE SAUSSUR 検によって土壤溶液のイオン組成・濃度の討が試みられている。CAMERON がその著書「土壤溶液」²⁾のなかで、土壤溶液の研究こそが、農業生産を目指す土壤化学にとって稔り多いものになると述べ、土壤溶液研究の重要性と緊急性を説かれてからでも、すでに70年近い年月を経ている。我が国では、研究の対象となる塩類土壤などが少なかったためか、研究史は短い、ハウス栽培の出現によって、この10年程前から人為的な塩類土壤の対策^{3,4,5,6)}が必要になり、土壤溶液に対する関心も高まってきた。また時宜よろしく、山崎、木下⁷⁾によって土壤溶液を比較的容易に採取できる遠心機が開発されたことが主要な契機となって、近年土壤溶液に関する研究が盛んになってきた。

著者らも土壤溶液採取用の遠心機を主に用いて、この約10年来、作物の養水分吸収の直接の場である土壤溶液の動態について調査研究を試みてきた。その中で、畑地、草地、林地等利用状況を異にする土壤の土壤溶液イオン組成について、その実態を比較検討し、併せてイオン組成の支配要因を明らかにする目的で、一連の調査研究を行ってきたが、本報はその第1報としてハウス土壤について報告したい。

1. 土壤採取法および実験方法

土壤採取法：

1976年6月4日から8月5日にかけて、美唄、三笠、夕張、栗山、札幌、伊達の6地区において、1地区1~5軒の農家のハウスおよび隣接の露地畑から土壤を採取した。1地点の試料は、5~6カ所から表層より10 cmまでの土壤を採取し、よく混合して均一にし、その2~3 kgをビニール袋につめ、水分の損失を防ぎ実験室に持ち帰り、分析に供した。

土壤の一般分析：

一般的な化学的性質の測定には、風乾後2 mmの篩を通した土壤を用い、土壤pHの測定および土壤溶液の採取には、未風乾土を用いた。

土壤pHは測定時のサスペンション効果の影響をしらべるために、吉田、平田⁸⁾、香川、平田⁹⁾の報告を参考にして、次の3通りの方法で測定した。未風乾土に土壤水分を考慮して、乾土として土:液比1:2.5となるように脱塩水を加え、(1) ガラス棒で15分おきに4回軽く攪拌し、ガラス電極、比較電極を挿入して懸濁状態で1分後に測定(土壤pH A)、(2) つぎにスターラーを使用して定常的な懸濁状態で測定(土壤pH B)、(3) その後3時間静置し、沈降部と上澄部の2相に分離させ、上澄

液部の pH を測定した (土壤 pH C)。

土壤の電気伝導度 (EC) は、土：水、1：5 で浸出した上澄液に電極を入れ、電気伝導度計によって測定した。塩基交換容量 (CEC) と交換性塩基の測定は、SCHOLLENBERGER 法により、pH 7.0 の N-酢酸アンモニウム液抽出のカルシウム、マグネシウム、カリ、ナトリウムを交換性塩基量とし、吸着されたアンモニウム量をもって CEC とした。

土壤溶液：

乾土 500 g に相当する未風乾土をビニール袋に採取し、最大含水量の 60% 水分量になるように脱塩水を加え、均一になるまでよく調整した後、25°C の恒温室に 2 日間静置し、別報¹⁰⁾ と同様に pF 4.2 までの土壤溶液^{*}) を遠心法によって採取した。採取した土壤溶液について

pH および EC を測定し、それらを前記の土壤 pH、土壤 EC と区別して、それぞれ土壤溶液 pH、土壤溶液 EC とした。また土壤溶液のイオン濃度を別報¹⁰⁾ と同じく下記の方法によって測定した。アンモニウムおよび硝酸態窒素はコンウェイ微量拡散法、カルシウム、マグネシウムは原子吸光法、カリ、ナトリウムは炎光光度法、硫酸は塩化バリウムゼラチンによる比濁法、塩素はチオンアン酸水銀による比色法によった。

2. 実験結果

Table 1 に調査地区、栽培されていた作物を示した。調査農家は 19 軒、土壤試料は 53 点である。そのうち 30 点がハウス土壤である。美唄は粗粒褐色低地土、三笠は粗粒グライ土、夕張は火山抛物体未熟土、栗山はクロ

Table 1. Descriptions on the districts for the investigations and vegetables grown in the beds in the plastic greenhouses and beds without covering of the plastic films

Districts	Farm	Soil No.		Dates of sampling	Vegetables grown
		(A) Beds with plastic covers	(B) Beds without plastic covers		
Bibai	A	1, 2	3, 4	June 4, 1976	cucumber, tomato, water melon, melon
	B	5	6		tomato, spinach
Mikasa	C	7	8	" "	rape, melon
	D	9	10		tomato, water melon
Kuriyama	E	11	12	June 14, "	tomato, melon
	F	13	14		tomato, cabbage
Yubari	G	15	16	June 14, "	melon, melon
	H	17	18		melon, melon
	I	19	20		melon, melon
Sapporo	J	21, 22, 23	24, 25	July 28, "	cucumber, b. h. lettuce, tomato, rape, b. h. lettuce
	K	26, 27	28, 29		tomato, rape, cow pea, cow pea
	L	30, 31	32		cucumber, tomato, green pepper
	M	33	34		cucumber, cucumber
Date	N	35, 36	37	August 5, "	green pepper, spinach, cucumber
	O	38, 39, 40, 41	42, 43		celery, tomato, green pepper, celery, spinach, celery
Date	P	44, 45	46		celery, tomato, lettuce
	Q	47, 48	49		tomato, water melon, cucumber
	R	50	51		cucumber, water melon
	S	52	53		tomato, squash

^{*}) 最大含水量の 60% (含水率) の水分条件で土壤溶液を採取できない試料については、[‡]最大含水量、またはその 80% の水分条件で採取した。各試料の土壤溶液採取時の水分条件は結果に記載した (Table 2)。

Table 2. pH and EC of the soil solutions

Soil No.	<u>1</u>	3	<u>5</u>	6	<u>7</u>	8	<u>11</u>	12	<u>13</u>	14	<u>15</u>	16	<u>19</u>	20
Water contents at sampling (%)	25.5	25.5	28.8	28.8	27.6	27.6	26.5	26.5	20.9	20.9	19.7	19.7	15.4	15.4
Soil solution pH	5.6	4.9	5.7	6.0	6.7	4.8	6.2	6.2	5.7	5.2	5.2	5.7	5.3	6.0
Soil solution EC (mmho/cm)	16.70	5.88	4.16	0.89	3.01	4.55	4.06	1.33	18.2	9.18	14.3	3.37	6.31	0.52

Soil No.	<u>23</u>	24	<u>26</u>	27	<u>33</u>	34	<u>35</u>	37	<u>45</u>	46	<u>47</u>	48	<u>52</u>	53
Water contents at sampling (%)	27.2	27.2	27.2	27.2	25.0	20.5	20.5	20.5	23.0	23.0	19.9	19.9	18.8	18.8
Soil solution pH	4.8	4.8	5.3	5.6	5.3	5.5	5.4	5.3	5.7	6.5	4.8	5.2	5.2	5.1
Soil solution EC (mmho/cm)	21.9	7.37	24.4	6.38	2.11	7.14	23.5	7.5	6.18	5.85	18.5	5.03	11.2	4.31

Notes: Underlines show beds in the greenhouse (A)

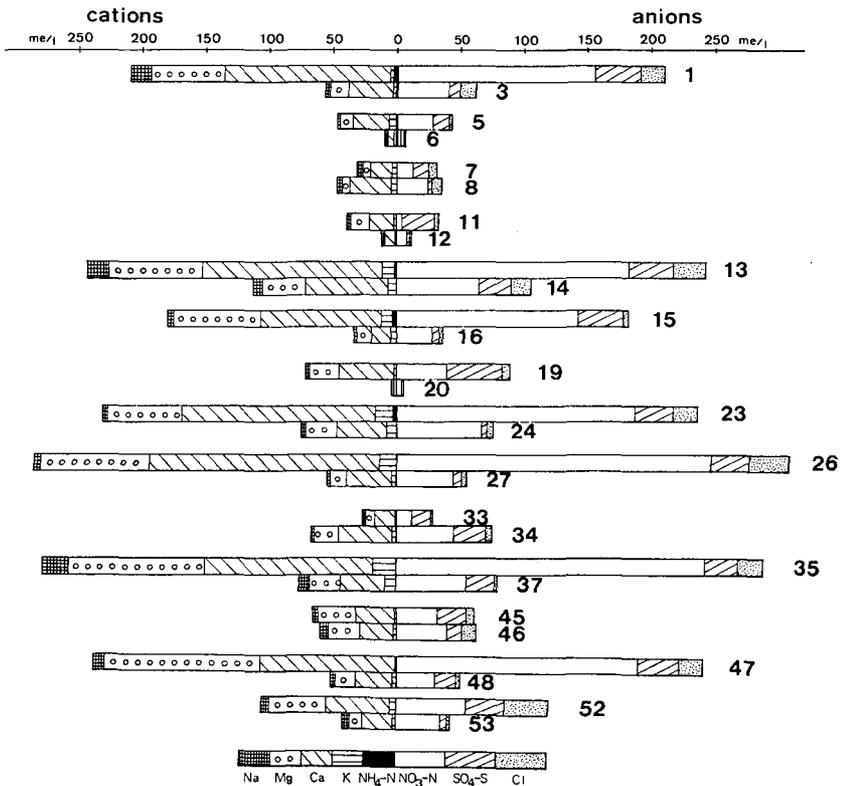


Fig. 1. Ionic composition of the soil solutions (Figures indicate soil number)

ボク土, 札幌はグライ土であり, 伊達は火山抛出品未熟土に分類されている^{11,12}。

Fig. 1, 2 にハウスおよび露地土壤の土壤溶液のイオン

ン濃度およびイオン比の代表例を示した。またそれらの土壤の土壤溶液 pH と EC を Table 2 に示した。これらの結果を通じて, ハウス土壤と露地土壤を対比すると

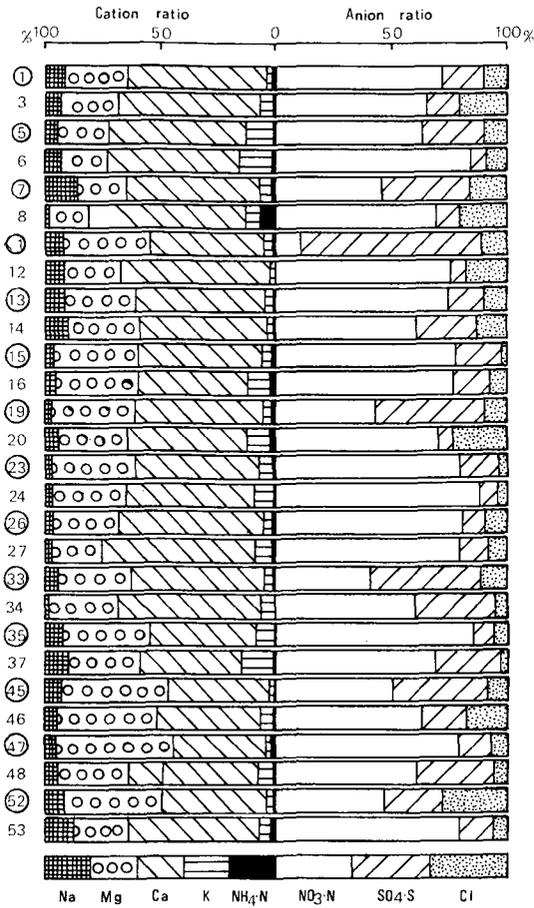


Fig. 2. Ionic ratio of the soil solutions (Circles indicate A)

次のような傾向が認められる。図中のヒストグラフは各一対になっているが上の方がハウス土壤で、直下はそのハウスに隣接した露地土壤を示している。

ハウス土壤の土壤溶液はEC値が高く、一般にイオン濃度が高い。ただしNo. 7, 33のように隣接する露地土壤より低い例もある。またNo. 45, 46のようにハウスと露地にあまり差のない例も認められた。ハウス土壤のなかで土壤溶液ECの高いものは、No. 26, 35のように20 mm ho/cmを越すものもあり、ハウスにおける多肥の傾向と、土壤への肥料塩の残存・集積の様子を示している。

土壤溶液のイオン濃度・イオン比から認められるようにハウス、露地ともに土壤溶液のアニオンの主体は硝酸イオンである。ECの高い土壤では全アニオンの80%以上が硝酸である。硫酸イオン濃度は35 me/lをほぼ上限として維持されており、硝酸イオンのように極端に高濃

度を示す例は認められない。塩素はNo. 26のように30 me/lを示す土壤も認められるが、全般的にはアニオンに占める割合が少なく、本調査では全アニオン中25%以下である。

カチオン濃度についてみると、全般的に1価カチオン濃度が低く、2価カチオン濃度が高い。1価カチオン中アンモニウム・イオンはきわめて低濃度であり、ハウス土壤のうちECの高い土壤溶液中でも5 me/lを越えるものは認められなかった。カリはハウス、露地土壤ともECの高いものほど高濃度であるが、No. 53のようにECの低い土壤で高い濃度を示す例もある。2価カチオ

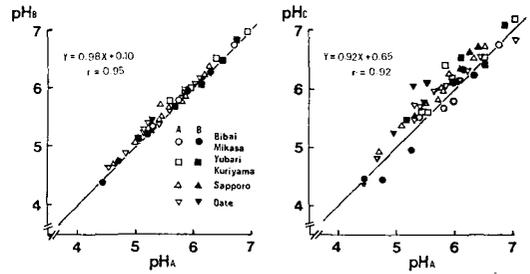


Fig. 3. Suspension effects on soil pH (A: Soils from the beds of plastic greenhouse, B: Soils from the beds without the covering of plastic film)

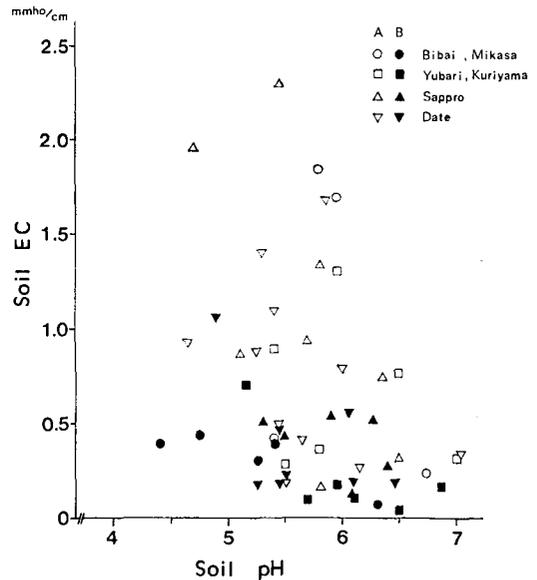


Fig. 4. Relations between soil pH (1:2.5) and soil EC (1:5.0) (A: Soils from the beds of plastic greenhouse, B: Soils from the beds without the covering of plastic film)

ンのカルシウム、マグネシウムは、ハウス、露地土壌を通じて、全カチオンの70~90%をしめている。

土壌 pH 測定時のサスペンション効果の影響を Fig. 3 に示した。ガラス棒による攪拌条件の pH A とスターラーによる連続攪拌の pH B には認むべき差はない。上澄液 pH C は多くの土壌で pH A より高い値を示した。香川ら⁹⁾ は土壌粒子の荷電状態によって、土壌 pH 測定時のサスペンション効果は正、負の影響を与えると報告している。本調査例では正の影響となる土壌もあるが、多くの土壌は負の影響を受けて、土壌 pH (pH A) は上澄

液 pH より低い値となっている。pH A 6 付近でその影響が大きく、その差の最大は 0.75 であった。以後 pH A を土壌 pH とした。

つぎに土壌 pH (1:2.5) と土壌 EC (1:5) の関係を Fig. 4 に示した。土壌 pH はハウス、露地ともに、約 4.6 から 7.0 の間に分布している。ハウス土壌では 7.0 を越す土壌も認められた。土壌 EC は露地土壌では大部分 0.5 mm ho/cm 以下であるのに対し、ハウス土壌では 0.5 mm ho/cm を越すものが多く、濃度障害の危険性が指摘されている³⁾ 2.0 mm ho/cm を示すものもある。

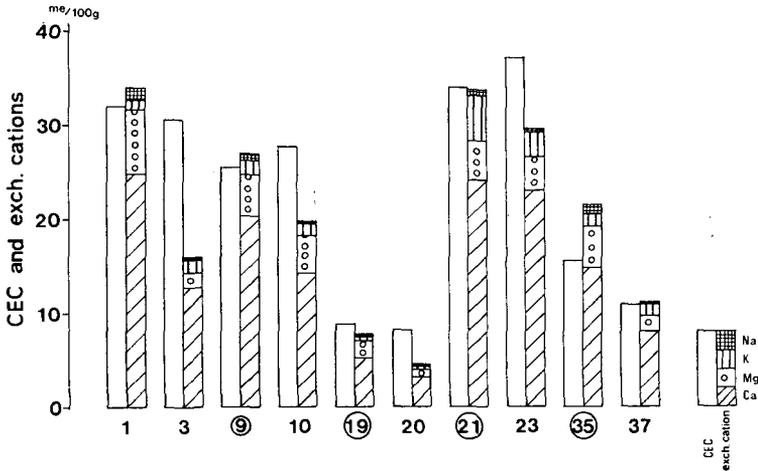


Fig. 5. Cation exchange capacities and exchangeable cations in the A and B soils. (Circles indicate A)

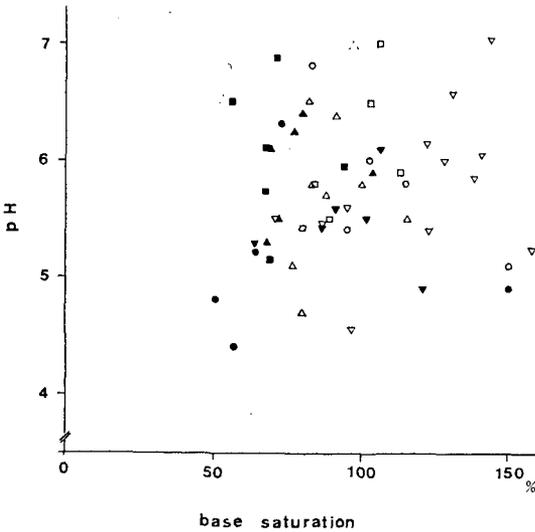


Fig. 6. Relations between the base saturation and soil pH (symbols are the same as Fig. 4)

カチオン交換容量 (CEC) と交換性カチオンの代表例を Fig. 5 に示した。本報では、風乾土の N-酢酸アンモニウム抽出量をもって一括して交換性カチオンとしたため、その中には水溶性カチオンも含まれている。

これまで数多く報告されているように^{4,5,13)}、ハウス土壌は交換性カチオンを多く含み、図のように CEC と同等もしくはそれ以上存在している。一方露地土ではカチオンが CEC に対して未飽和な例が多い。

土壌のいわゆる塩基飽和度と土壌 pH の関係を Fig. 6 に示した。ハウス土壌は大半が飽和度 100% を越しているが、露地土壌は未飽和である。しかし土壌 pH はハウス、露地土壌ともに 4.5 から 7.0 に分布しており、土壌 pH と塩基飽和度との関係には、いずれも明確な傾向を認められない。

考 察

ハウス土壌や野菜床土などの簡易検定には、土:液比 1:2.5 の pH と、1:5 の EC が用いられることが多い。

作物が実際に接する土壤溶液の pH, EC と、それらの関係をみるため、まず Fig. 7 に土壤 EC と土壤溶液 EC の関係を示した。土壤試料によって土壤溶液採取時の水分条件がことなるため、1:5 水抽出液の土壤溶液に対する希釈率は、美唄、三笠では低く、12 倍程度であるが、夕張土では 27.8 倍と高い。また土壤溶液と水抽出液のイオン濃度の関係は、石膏などの難溶性化合物の溶解や沈澱を伴うことが多いため²²⁾、単純な希釈や濃縮ではないが、Fig. 7 から推測すると、土壤溶液の EC は土壤 EC のほぼ 10~20 倍にあたると思われる。

つぎに土壤溶液の EC とカチオン濃度* の関係を Fig. 8 に示した。EC と全カチオン濃度の関係については、WILCOX¹⁴⁾、MACNEAL¹⁵⁾ らにより、土壤の水抽出液、河川水、土壤溶液などについて経験式が提示されている。本調査例では土壤溶液の EC が 10 mm ho/cm まではカチオン濃度 (me/l) = 11.6 EC (mm ho/cm) - 1.78 ($r = 0.98$) の関係が認められた。したがって EC が 10 mm ho/cm までは、カチオン濃度 = EC × 10 の関係式¹⁶⁾ が成り立つとみられるが、10 mmho/cm を越す土壤溶液についてのカチオン濃度はこの式から推定される値よりも

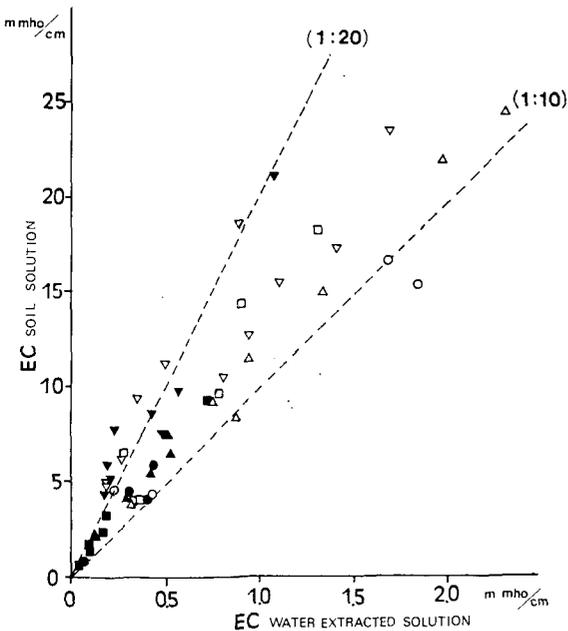


Fig. 7. Relations between electrical conductivity of the water extracted solution (soil: water; 1:5) and of the soil solution. (Symbols are the same as Fig. 4)

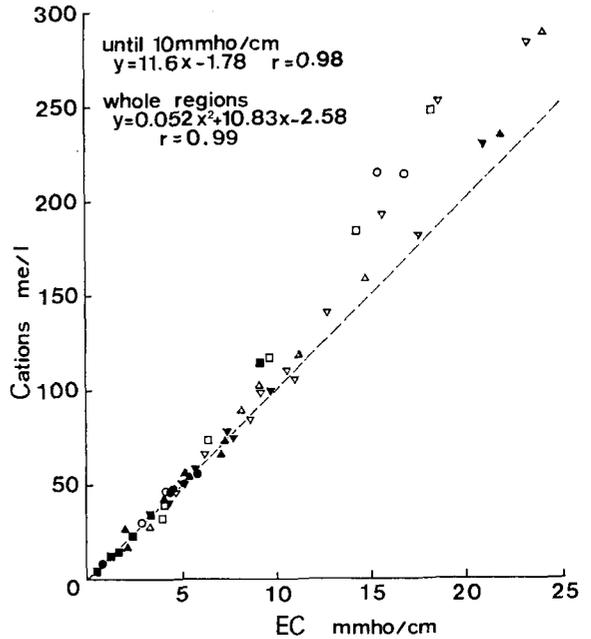


Fig. 8. Relations between electrical conductivity and cation concentrations in the soil solutions. (Symbols are the same as Fig. 4)

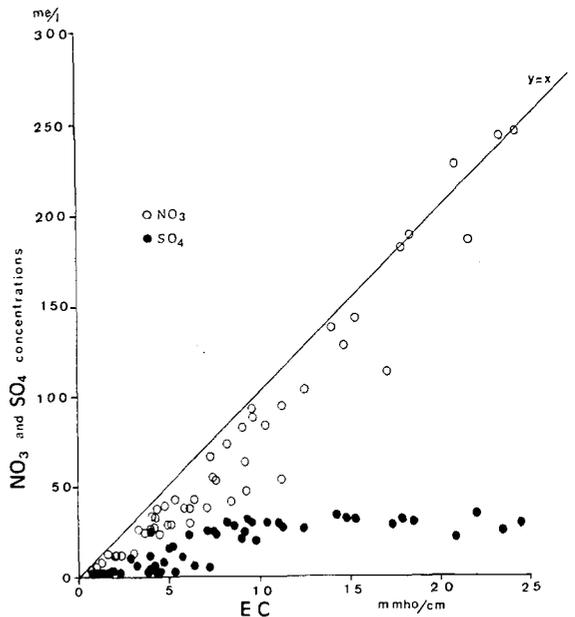


Fig. 9. Relations among the electrical conductivity, nitrate and sulphate ion concentrations in the soil solutions.

* 測定したカチオン濃度

高くなる。Fig. 9 に土壤溶液の EC と硝酸および硫酸濃度の関係を示した。硝酸濃度は EC の大きいものほど高い傾向にあるが、硫酸濃度は EC が 8 mm ho/cm 以上では 35 me/l をほぼ上限に頭打ちになっている。結果は省略したが、土壤溶液のカルシウム、硫酸の活動度積値¹⁷⁾は硫酸濃度が 25 me/l を越すと、石膏の溶解度積値に近くなっており、硫酸濃度が一定濃度に維持されているのは石膏の生成に起因するものと思われる。すなわち、EC の大きい土壤溶液では、溶液中に CaSO_4 、 MgSO_4 などの電荷をもたないイオン対を生成し、イオン濃度に

対する電気伝導の割合が低下したと思われる¹⁸⁾。

つぎに土壤 pH と土壤溶液 pH の関係を Fig. 10 に示した。これまでハウス土壤では、土壤 pH が低くても作物が健全に生育する例の説明として、土壤 pH が低い場合でも、根が接している土壤溶液 pH は中性付近にあると考えられている⁶⁾。すなわち硝酸化成作用によって土壤中に HNO_3 が生成するが、 H^+ イオンは土壤固相のカルシウムイオンと交換し、その結果土壤溶液中にはカルシウムイオンと硝酸イオンが等量的に溶存することになり、土壤溶液の反応は中性に近い状態に保たれているという。しかし土壤 pH の測定時には攪拌操作によって交換性 H^+ も測定されることになり、土壤 pH は土壤溶液 pH よりも低くなると推察されている。

本報で調査したハウス土壤は、露地土壤と同様に土壤溶液 pH が中性付近を示すものは少く、土壤 pH と高い正の相関を示している。土壤溶液のカルシウムと硝酸濃度の関係をみると (Fig. 11)、硝酸濃度が 50 me/l まではカルシウムとほぼ 1:1 に存在しているが、それ以上の濃度では硝酸濃度に対して、カルシウム濃度は低くなっている。むしろ硝酸とカルシウム、マグネシウム含量との間に等量的関係が認められる。土壤溶液の pH と EC の関係をみると (Fig. 12) 土壤溶液の EC が高い場合でも pH が 6 以上を示すハウス土壤も認められるが、一般的にはハウス、露地土壤とも土壤溶液の高 EC は pH 4~5 代の低い pH 領域に主に分布している。

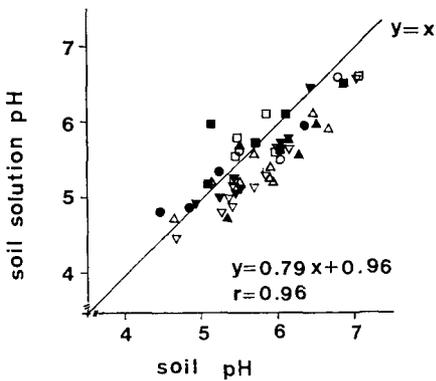


Fig. 10. Relations between soil pH and soil solution pH. (Symbols are the same as Fig. 4)

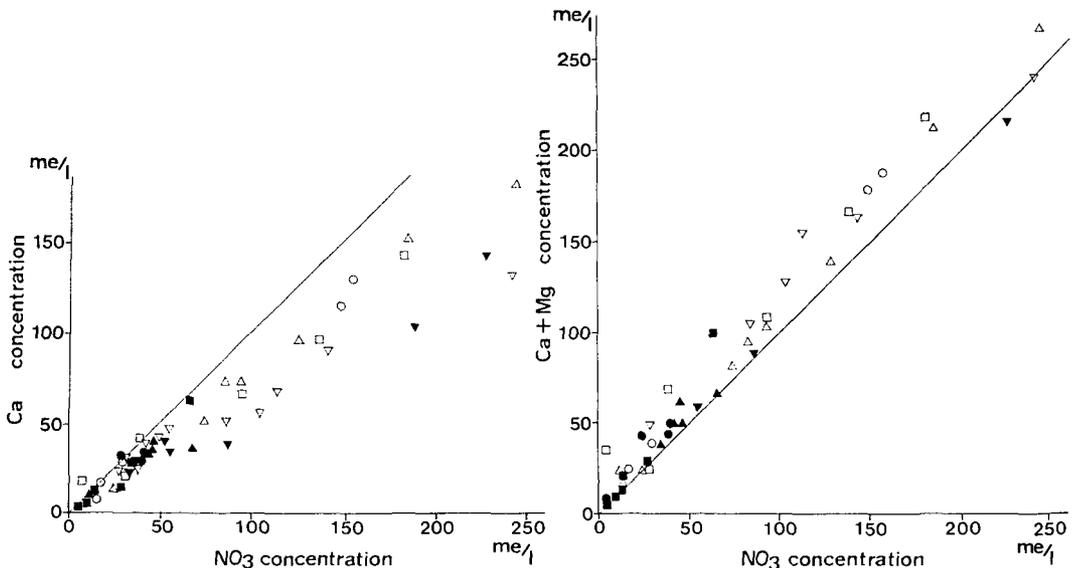


Fig. 11. Relations between nitrate concentration and calcium and magnesium concentrations in the soil solutions. (Symbols are the same as Fig. 4)

酸性土壤に中性塩を添加すると、一般に土壤 pH は低下する^{19,20)}。また硝酸化成が進行すると土壤 pH は低下する傾向にあり²¹⁾、著者らがこれまで調べてきた被覆下の畑苗代²²⁾ や、畑圃場¹⁷⁾ においても土壤 pH が低くても土壤溶液の pH が中性付近を示す例は認められなかった。土壤溶液の塩濃度の上昇にともない pH は低下し、

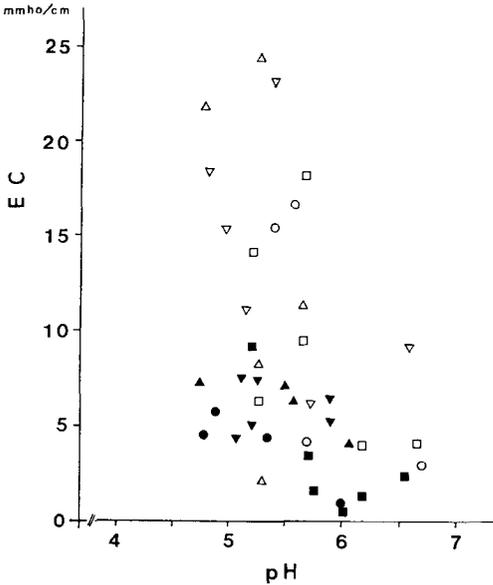


Fig. 12. Relations between pH and electrical conductivity in the soil solutions. (Symbols are the same as Fig. 4)

マンガンやアルミニウム濃度は上昇している²³⁾。本調査における土壤溶液 pH とマンガン、アルミニウム濃度の関係は、Fig. 13 のごとく、マンガンは pH 5.5 以下で急激に濃度が上昇し、アルミニウムは pH が 5.0 より低い土壤溶液で濃度が上昇している。

中性塩添加によって土壤固相からアルミニウムイオンが液相に溶出することはよく知られている事実である。とくに交換性 H^+ はその多くが弱酸的性格のため、塩化カリなどの強酸塩によっては交換せず、交換性アルミニウムが液相に溶出し、その加水分解によって H^+ が生じて、塩の添加によって土壤溶液 pH が低下すると考えられている²⁴⁾。JACKSON²⁵⁾ はこのアルミニウムイオンの加水分解による H^+ の放出現象をアルミノ-6 ハイドロニウムイオンの加水分解であると解釈している。また RICHBURG, ADAMS²⁶⁾ らは、土壤に塩化カリ、塩化カルシウムを添加して採取した土壤溶液の pH は $Al(OH)^{2+}$ への依存性が高いと報告している。さらに BACHE²⁷⁾ は土壤 pH は Al^{3+} の加水分解によって生じた H^+ イオンによるが、それは $Al(OH)_3$ の溶解度によって規制されるのではなく、土壤固相の Ca^{2+} による Al^{3+} の交換恒数によって支配されると述べている。

以上のごとく、土壤に炭酸塩などの pH 緩衝物質が多量に存在する場合をのぞいて、塩類濃度の上昇によって、土壤溶液に溶出されたアルミニウム化合物が加水分解され、 H^+ を放出するため、ハウス土壤など塩類が畜積した場合には、土壤溶液 pH も低下すると思われる。

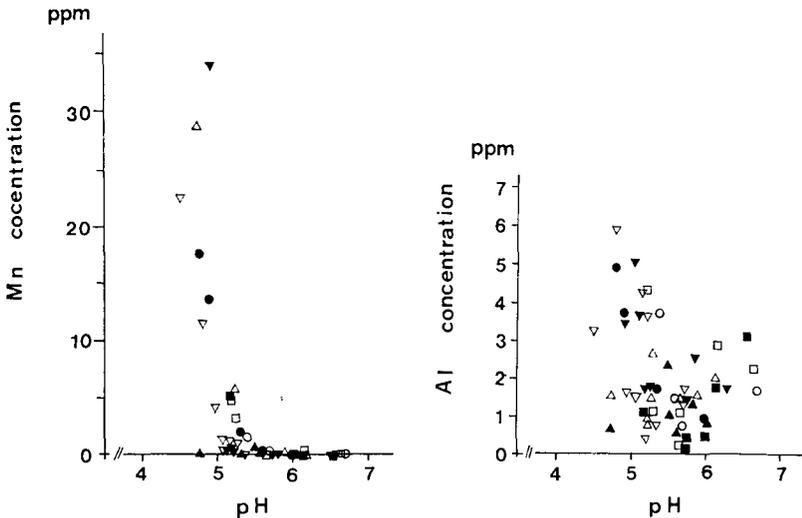


Fig. 13. Relations between pH and aluminium and manganese ion concentrations in the soil solutions. (Symbols are the same as Fig. 4)

なお土壌 pH は測定時のサスペンション効果によって上澄液の pH と異なる場合がある。Fig. 3 に示したように、本調査例ではサスペンション効果は負にあらわれている。しかし、土壌 pH と土壌溶液 pH を比較してみると (Fig. 10)、土壌 pH が土壌溶液 pH よりも高い場合が多い。このことは、土:液比 1:2.5 条件では塩濃度が土壌溶液よりはるかに低くなり (Fig. 7)、水素イオン濃度の希釈効果がサスペンション効果を上廻るためと考えられる。いずれにしても、本調査では土壌 pH は低い土壌溶液 pH の方が土壌 pH よりも低い例すら認められている。

土壌 pH と土壌溶液 pH に関する従来の知見と本調査結果の不一致は、一つには土壌溶液採取法に関連があるものと推察される。土壌 pH は低くても、土壌溶液 pH は中性を維持している報告の例は、採取法が圧膜法であり、本報では遠心法である。圧膜法の場合のみ土壌 pH が低くても土壌溶液 pH が高い例を著者らも認めている。この問題については次報に報告の予定である。

4. 要 約

利用法を異にする土壌溶液のイオン組成を比較研究する目的で、本報ではハウスの土壌溶液を調べた。すなわち北海道の美唄、三笠、夕張、栗山、札幌、伊達地域の 19 軒の農家からハウス土壌 30 点と隣接した露地畑土壌 23 点を採取し、遠心法によって採取した土壌溶液のイオン組成と土壌の化学性を調べた。得られた結果は次の通りである。

1. ハウス土壌の EC (1:5, 水) は露地土壌より概して高く、1.0 mm ho/cm を越えるものが多く、なかには 2.0 mm ho/cm を越えるものがあった。露地土壌は大半が 1.0 mm ho/cm 以下であった。pH (1:2.5) はハウス土壌、露地土壌に明確な違いはなく、4.5 から 7.1 に分布している。ハウス土壌では塩基飽和度が 100 を越えるものが多い。

2. ハウス土壌、露地土壌を通じて土壌溶液のアニオンの主体は硝酸イオンであり、EC の高いものでは 70~80% をしめ 250 me/l を示すハウス土壌も認められた。硫酸イオンは 35 me/l を上限に、これより高濃度のものは認められなかった。カチオンでは 2 価カチオンのカルシウム、マグネシウムが多くカチオン濃度の 70~80% をしめている。1 価カチオン中アンモニウム濃度は低く 5 me/l を越える例は認められなかったが、カリウム、ナトリウム濃度は 20 me/l に達するものがあった。

3. 土壌溶液の EC とカチオン濃度の関係は $me/l = -2.58 + 10.83 EC + 0.052 EC^2$ (EC: mm ho/cm) の関係にあった。

4. ハウス土壌においても露地土壌と同様、土壌 pH と土壌溶液 pH に高い正の相関が認められた。土壌溶液中に硝酸とカルシウムは必ずしも 1:1 の関係になく、ハウス土壌で土壌 pH は低い、土壌溶液 pH は中性付近に保たれている例をみる事が出来なかった。

謝辞: 本調査を実施するにあたり、多大の御援助、御協力をいただいた北海道中央農業試験場 岩淵晴郎科長 (現上川農業試験場)、相馬暁技師、岩見沢中央農業改良普及所 山根広海氏、南空知農業改良普及所 林秀雄氏、保里与志夫氏、山内正利氏、伊東昭作氏、有珠地区農業改良普及所 姉帯文博氏、佐藤慎夫氏、石狩中部農業改良普及所 室崎正利氏、木村秀晴氏および調査農家の各位に記して謝意を表したい。

引用文献

1. 山崎慎一・木下 彰: 土壌溶液に関する研究, 北農試験報, 96: 54-72. 1970
2. CAMERON, F. K.: The soil solution, p. 1-136. WILLIAMS and NORGATE, London, 1911
3. 相馬 暁・岩淵晴郎・山谷吉蔵: 被覆条件下における土壌養水分の動態とメロンの生育・収量 (第1報), 土壌別によるメロンの生育と品種, 北農, 41: 13-26. 1974
4. 橋田茂和: ビニールハウス栽培の塩類濃度障害と簡易測定法, 農業技術, 21: 27-31. 1966
5. 関東ハウス土壌壌研究グループ: ハウス土壌の塩類濃度測定法, 農及園, 41: 66-68. 1966
6. 嶋田永生: 集約多肥栽培土壌の酸性に関する土壌溶液論的研究, 愛知園試研報, 6: 67-114. 1967
7. 山崎慎一・木下 彰: 土壌溶液の遠心分離による採取法について, 土肥誌, 40: 301. 1969
8. 吉田 稔・平田 滋: 懸濁粒子に基づく土壌 pH の測定誤差, 土肥誌, 45: 517-520. 1969
9. 香川尚徳・平田 滋: サスペンション効果におよぼす土壌粒子荷電の符号の影響, 土肥誌, 46: 453-457. 1975
10. 岡島秀夫・今井弘樹・牧田規子: 土壌の養分供給能に関する研究 (第3報), 硝酸化成にともなう固相養分の放出について, 土肥誌, 45: 389-394. 1974
11. 国土庁土地局: 土地分類図 01 (北海道 I), 1975
12. 国土庁土地局: 土地分類図 01 (北海道 III), 1977
13. 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: 25-33. 1968
14. WILCOX, J. C.: Determination of electrical conductivity of soil solution, *Soil Sci.*, 63: 107-117. 1947
 15. MACNEAL, B. C., OSTER, J. D. and HATCHER, J. T.: Calculation of electrical conductivity from solution composition data as an acid to in-situ estimation of soil salinity, *Soil Sci.*, 110: 405-414. 1970
 16. 土壌養分分析法委員会編： 土壌養分分析法, p. 49. 養賢堂, 1970
 17. 岡島秀夫・今井弘樹： 土壌の養分供給能に関する研究 (第5報), 畑土壌の水分状態と養分の可給性, 土肥誌, 47: 563-570. 1976
 18. NAKAYAMA, F. S.: Theoretical consideration of the calcium sulphate-biocarbonate-carbonate interrelation in soil solution, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33: 668-672. 1969
 19. YUAN, T. L.: Soil acidity and aluminum status as affected by some neutral salts, Trans. 7th Intern. Cong. Soil Sci., Madison Wisc., II p. 152-160. Elsevier Pub. Co., Amsterdam, 1961
 20. SADZAWKA, M. A., MELENDEZ, R. E. and AOMINE, S.: The pH of Chilean volcanic ash soils "Trumas", *Soil Sci. Plant Nutr.*, 18: 191-197. 1972
 21. 橋本 武・中村和弘： 施肥による土壌酸性化ならびに中和に関する研究 (第1報), 土壌と肥料との化学的応答ならびに硝酸化成による土壌 pH の変化, 土肥誌, 42: 453-458. 1971
 22. 岡島秀夫・今井弘樹： 土壌の養分供給能に関する研究 (第4報), 畑苗代土壌溶液の無機イオン組成と濃度, 土肥誌, 47: 256-262. 1976
 23. 今井弘樹・谷山一郎・佐久間敏雄・岡島秀夫： 多肥かん水栽培条件下における硫酸根, 塩素根, リン酸根肥料の土壌中の挙動, 北大農邦文紀, 11: 189-201. 1978
 24. 吉田 稔： 土壌酸性とその測定をめぐる諸問題, 土肥誌, 50: 171-180. 1979
 25. JACKSON, M. L.: Aluminum bonding in soils, A unifying principle in soil science, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 27: 1-10. 1963
 26. RICHBURG, J. S. and ADAMS, F.: Solubility and hydrolysis of aluminum in soil solutions and saturated-paste extracts, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34: 728-733. 1970
 27. BACHE, B. M.: Soluble aluminum and calcium-aluminum exchange in relation to the pH of

dilute calcium chloride suspensions of acid soils, *J. Soil Sci.*, 25: 320-332. 1974

Summary

A series of experiments has been conducted to compare the chemical compositions of soil solutions separated from soils used for various purposes, such as soil from plastic greenhouses, fields for upland crops, tea gardens, forests, or grasslands. The results of the research on the soils used for the beds of vegetables in plastic greenhouses are presented in the paper.

The soils were taken from farmers' fields in the districts of Bibai, Mikasa, Yubari, Kuriyama, Sapporo, and Date, Hokkaido, and consisted of (A) 30 soils derived from the beds of plastic greenhouses used for vegetable cultivation and (B) 23 soils from the beds for vegetables without the covering of plastic film.

The chemical composition of the soil solutions obtained from the selected soils were determined by the centrifugal method. The results obtained are summarized as follows.

1. Electrical conductivity of the A soils (EC: soil water ratio 1:5) was generally high and most of them registered above the value of 1.0 mm ho/cm, while some of them reached more than 2.0 mm ho/cm. On the other hand, the B soils registered less than 1 mm ho/cm in EC. The pHs of soils were distributed from 4.4 to 7.1 throughout the A and B soils.

2. The dominant anion of both soil solutions was the nitrate ion. Among the A soils having high EC, some soils showed 250 me/l of nitrate ion in concentration. The sulphate of the soil solution did not exceed 35 me/l in concentration because of the gypsum formation in soils. The dominant cations were calcium and magnesium throughout A and B soils. In both soil solutions the divalent cations occupied 70-80% of the total cations.

3. The EC of the soil solutions was ten to twenty fold that of the EC of the soils. The empirical equation of the relations between the total cation concentration in me/l and EC in mm ho/cm was as follows.

$$\text{Total cations} = -2.58 + 10.83 \text{ EC} + 0.052 \text{ EC}^2$$

4. Previous studies have suggested that even if the pH of the soils is acidic, the pH of the soil solution will be neutral. In our analyses, however,

this was not the case: where the pH of the soil was acidic, the pH of the soil solution remained acidic.