

施肥過多による葉菜類の塩類濃度障害

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	山本, 隆一郎
巻/号	25巻10号
掲載ページ	p. 458-463
発行年月	1970年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



施肥過多による葉菜類の塩類濃度障害

山本 隆一郎

1. はじめに

ビニールハウス内では、被覆によって天然の降雨が遮断されるためと高温による蒸発蒸散量が大きいこと、土壌中の水分は露地とは反対に下層から上層へと移動し、土壌中の塩類もこの水分の動きにつれて、下層へ溶脱せずに上層へ集積する。したがって上層土壌は、施肥量の増加割合以上に土壌溶液の濃度が高まり、障害を起こす危険性が多くなる。この現象は一般にハウス形態での栽培経過年数が長くなり、また周年利用が進むほど激しくなることは、中安氏³⁾らもすでに述べているところである。

近年ハウスの大型化、固定化にともない周年利用方式がさかんになってきたので、従来のように設置場所の移動や湛水除塩が簡単に行なえなくなり、濃度障害発生の著しい増加が予想されるので、ハウス土壌の塩類集積の実態を把握し、適量施肥の指導を確立する必要が痛感される。しかも濃度障害に関する報告の多くは果菜類であって、葉菜類については比較的少ない。大阪府下ではフキ、レタスなど葉菜類のハウス栽培が広く行なわれているので、葉菜類に関して、濃度障害発生の様相や抵抗性の強弱、施肥量の多少とEC、pHや無機態チッソ含量など土壌の化学性との関係や、生育量への影響などについて検討する必要性に迫られたので、この研究を行なった。

なおこの実験は筆者が専門技術員の大学留学研修として、1968年9月から1969年3月まで三重大学農学部園芸学研究室に留学したさいにおこなったもので、ご指導をいただいた位田藤久太郎教授にあつく感謝する。

2. 実験材料および方法

1) 供試土壌と供試作物 供試した土壌は、三重大学構内の砂土と津市内の赤粘土で、いずれも既耕土である。化学成分は飽和浸出液でECが砂土0.52m Ω 、赤粘土0.32m Ω 、NH₄-Nはいずれも3ppm前後、NO₃-Nは砂土が12.5ppm赤粘土が7.8ppmで、いずれも肥料分の少ない土である。供試作物はサラダナ(ワイヤヘッド種)とハウレンソウ(次郎丸種)を用いた。両作物を選んだのは、大沢氏⁴⁾が7種類の葉菜類についてその耐塩性(NaClに対する抵抗性)を検討した結果、サラダナは

弱いほうから2番目であり、ハウレンソウは強いほうから2番目であったので、全塩濃度に対する抵抗性も単一塩類濃度に対する抵抗性に準じると考えたからである。

2) 試験区の構成と施肥量 砂土と赤粘土の各々に、チッソの施肥量がa当たり1.0kg、2.5kg、4.0kgの3区を設け、それぞれI、II、III区とした。1/2,000aのワグネルポットで3連制で試験を実施し、ポットはビニール・ハウス内に置いた。肥料はりん硝安カリ(成分16—10—14)を使用したので、りん酸とカリはチッソの施用量10に対しそれぞれ6.25および8.75の割合で施したことになる。試験実施の結果、サラダナは1作目で濃度障害が明瞭に発生し所期の目的を達したので、1作目で試験を打ち切ったが、ハウレンソウは抵抗性が強いので1作目では濃度障害の症状が明瞭に現われなかったので、引きつぎ同一施肥設計で2作目の試験を実施した。

また作付開始前に苦土ケイカルをa当たり10kgずつ各区分に施用したが、1作終了後は各区分とも硝酸態チッソの集積により、著しいpHの低下を見たので、2作目作付前には別に消石灰を10kgずつ均一に施用した。施肥の方法は播種7日前に石灰資材を施して表面から12cmの土層内に均一に混合し、その後播種前日にりん硝安カリを施して同様に混合する全層施肥法とした。

3) 栽培方法 1作目はサラダナ、ハウレンソウとも10月1日に播種し、ハウレンソウは発芽34日目に、サラダナは発芽55日目に収穫した。2作目のハウレンソウは11月15日に播種し、発芽35日目に収穫した。

4) 分析用土壌と浸出液の採取 収穫時に当初施肥した部分を2分して、地表から深さ6cmまでの部分を上層、6cmから12cmまでの部分を下層として層別別に採取し、この飽和浸出液を抽出して分析に供した。

3. 実験結果

1) 施肥量の増加と生育量の関係および障害の様相

(1) サラダナ：サラダナは濃度障害に弱いので、施肥量の増加による生育量の低下はかなり鋭敏に現われた。しかしその現われかたは土性によって著しく異なり、砂土は生育量の低下がはなはだしいが赤粘土では少ない。すなわち砂土では障害による枯死率が著しく高い関係もあって、最少施肥のI区を基準とした地上部生体重(収量)の指数は、施肥量の多いII、III区ではほとんど0に

近い数値となっているが、赤粘土では最多施肥のⅢ区でも28.5で、低下の程度はかなりにぶい。また生育量低下の程度を部位別にみると、生育差は初期には草丈に強く現われ、後期には葉幅に比較的明瞭に現われた。全体としてみると部位別には葉幅>草丈>葉数の順位であった。またこれらの影響が総合された結果としての地上部生体重の低下度が最も大きかった。これらの結果をまとめたのが第1表である。

第1表 サラダナとハウレンソウにおける施肥量の増加と生育量の比較

	窒素施用量 kg/a	砂 土			赤 粘 土		
		草 丈	最大葉幅	地上部生体重	草 丈	最大葉幅	地上部生体重
サラダナ	I 1.0	3.76cm	1.64cm	23.6 g	3.32cm	1.45cm	29.6 g
	II 2.5	3.11	1.33	1.0	3.43	1.47	18.2
	III 4.0	2.88	1.13	0	3.17	1.43	8.4
ハウレンソウ (1作目)	I 1.0	7.35		1.00	12.12		2.85
	II 2.5	6.79		0.82	10.82		2.34
	III 4.0	5.72		0.63	11.17		2.29
ハウレンソウ (2作目)	I 1.0	9.58		1.26	10.68		1.69
	II 2.5	5.90		0.37	7.64		0.76
	III 4.0	4.19		0.14	7.55		0.80

注) 地上部生体重はサラダナはポット当たり全量、ハウレンソウは1本当たり重量を示す。

またサラダナは障害の外観症状の発現が著しく、最初は下葉の周辺から褐色に枯れこみ、まもなく急激にしておいて枯死にいたった。枯死株増加の経過は第2表のよう

第2表 サラダナにおける枯死株増加の経過

	窒素施用量 kg/a	発 芽 後 日 数		
		20日	31日	55日
砂 土	I 1.0	0%	0%	18%
	II 2.5	5	7	86
	III 4.0	18	50	100
赤粘土	I 1.0	0	0	34
	II 2.5	0	6	50
	III 4.0	5	15	78

は、このように枯死株の急激な増加によるものである。たとえば砂土のⅢ区は、各試験区中で最も早く発芽11日目から枯死がはじまり、その枯死率は発芽31日目で50%で最後には100%に達したが、赤粘土のⅢ区では発芽31日目には15%で、最終でも78%であった。

濃度障害判定の基準として、大沢氏⁴⁾は異種作物の耐塩性の比較に地上部重量の半減する濃度を採用しているが、ここでは実際の栽培面を考慮して、収量指数が最高収量区の60%程度に低下したときをもって、一応明確な障害発生の時点と見なすことにした。以下この基準を採用する。これによれば砂土ではチッソ2.5kg以上の施用

区は、収量指数が0に近く、また赤粘土でも2.5kg区で収量指数が61.5、4.0kg区では28.5に低下しているので、両土性とも濃度障害を起こすチッソの限界施肥量は2.5kgと見ることができ。ただし同一施肥量であっても、チッソ肥料の種類によって濃度障害におよぼす影響がちがうことは、嶋田氏⁵⁾中安氏²⁾らによってすでに明らかにされている。したがってこの場合の限界施肥量はあくまでりん硝安カリを使用した場合の結果である。

(2) ハウレンソウ：施肥量の増加が生育量の低下におよぼす影響は第1表にまとめているが、ハウレンソウはサラダナに比べて濃度障害に強い。ため、1作目では砂土の最多肥区を除いてはほとんど影響は認められず、障害は確認できなかった。ところが2作目になると施肥量を増加した区では、土性を問わず生育量の低下が著しく、抵抗性の強い作物でも連作によって、濃度

障害が発生することが明らかになった。ハウレンソウでも影響が最も大きく現われたのは生体重であり、部位別にはやはり草丈>葉数の順であるが、サラダナとちがって葉数でもかなりの低下を見せている。土性別ではサラダナ同様砂土で施肥量増加による生育障害がはなはだしく、2作目の4.0kg区では最少施肥区収量を100とした指数が11.1まで低下したのに対し、赤粘土の同じ区では指数は47.3にとどまった。また生体重が著しく減少した2作目砂土のⅡ、Ⅲ区では、乾物率がかなり上昇した。ハウレンソウは濃度障害に強いいためか、収量がかんりの低下をみた2作目でも外観的に明確な症状や萎凋枯死がなく、わずかに子葉や本葉の短少化と葉色の濃化がみられた程度である。

サラダナと同様の基準によって限界施肥量を考えると、1作目では砂土の4.0kg区が収量指数63.0で、濃度障害確認の基準値近くまで低下したが、赤粘土では各区とも収量の低下度が軽く、限界施肥量は明らかでない。しかし連作すると濃度障害の発生は明瞭になり、砂土ではⅠ区を基準とした収量指数がチッソ2.5kg区では29.4、4.0kg区では11.1で著しく減収した。また1作目では施肥量の影響が少なかった赤粘土でも、チッソ2.5kg以上の施用区の指数は最少施肥区の45~47%前後に低下した。このような結果からみて、連作すると障害を現わす時点の施肥量も低下して、砂土、赤粘土を問わずチッソ

2.5kg 以上の連続施用が限界量と考えられる。

2) 施肥量の増加によるEC, pHの変化と収量との関係 (1) ECの変化: 施肥量の増加がECにおよぼす影響について調べた結果は次のようであった。

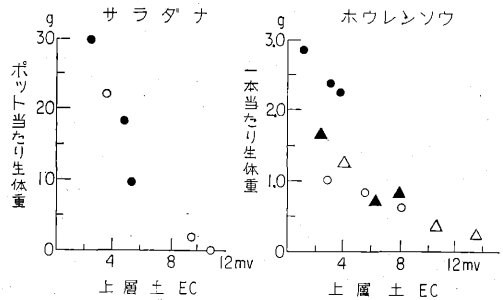
まず、土性によって著しくちがいが、砂土ではECの絶対値は赤粘土よりも著しく高く、かつ施肥量の増加によってECは確実に上昇する。この上昇の割合は上層土が下層土より大きいので、施肥量の増加とともに上下ECの較差が増大し、多肥区上層土のECは著しく高くなり、濃度障害を起ししやすい状態になる。たとえば最多施肥のⅢ区では、サラダナの場合10.9m²ハウレンソウ1作目の場合8.27m²にも達した。一方赤粘土ではECの上昇度が必ずしも施肥量の増加に平行せず、また施肥量の増加によって上下層の較差も増大せず、絶対値も低いので濃度障害は起こりにくい。同じⅢ区の上層土でも、サラダナで4.92m²ハウレンソウで3.51m²程度で砂土に比べて半分以下である。このようなECの変化の様相と生育量の低下の傾向は、ハウレンソウ・サラダナを問わず、まことによく一致し、両者の関係の深いことを示している。

次に連作の場合を見ると、砂土はもちろん赤粘土でも施肥量の増加によってECが急上昇する。またECの絶対値は1作目よりはるかに高く、下層土のECの上昇率の大きいことも特徴である。たとえば最多肥のⅢ区の上層土を例にとると、砂土1作目の8.27m²が2作目では13.33m²、赤粘土1作目の3.51m²が2作目では8.17m²と、いずれも著しい上昇を示している。したがって除塩を行わずに連作すれば濃度障害の発生は確実とみられ、この点も連作栽培の生育量低下の様相とまったく一致している。

(2) pHの変化およびECとの相関関係: pHは作付前に矯正した6.0~6.5に比べて各区とも低下し、5.0前後になっているが、おおむね最少施肥量のⅠ区が最も高く、Ⅱ・Ⅲ区では低かった。本実験ではSO₄²⁻, Cl⁻などの残存酸根が比較的少ない「りん硝安カリ」を使用して

いるので、pH低下の原因は嶋田氏⁹⁾の報告にあるように、もっぱら硝酸態チッソの集積によるものと思われ、ハウス土じょうの特徴と考えられる。しかしpH低下の傾向と施肥量増加の割合が必ずしも一致せず、またpHとECの間には相関関係はまったく見られなかった。

(3) pH, ECと収量との関係: まずECと収量との関係は第1図のようである。サラダナではおおむね収量との間に負の相関関係がみられ、しかもECの上昇による収量下降の割合はかなり大きい。一方ハウレンソウでは1作目の赤粘土の3つの区をのぞいて負の相関関係が描かれるが、その勾配はサラダナに比べてゆるやかで、ECの上昇による収量下降の程度は比較的ゆるやかであることを示している。赤粘土の1作目はECもあまり高くなく濃度障害も明らかでないので、上記の曲線とは一致しない。したがってこれをのぞいて、サラダナ、ハウレンソウともECと収量とはほぼ負の相関関係があるといえよう。またpHの場合にはまったく一定の関係がみられなかった。



○: 1作目, 砂土 ●: 1作目, 赤粘土 △: 2作目, 砂土 ▲: 2作目, 赤粘土

第1図 ECと収量との関係

3) 施肥量の増加による無機態チッソ集積の動向と収量との関係 (1) NO₃-Nの動向: 施肥量の増加が土じょうのNO₃-N含量におよぼす影響は、第3表に示したようにEC同様土性によって著しく異なり、また連作によって明らかに増加する。1作目の場合を見るとサラダ

第3表 施肥量の増加にともなうNO₃-N, NH₄-NおよびNH₄-Nの比率の動向

	窒素施肥量 kg/a	サラダナ			ハウレンソウ1作目			ハウレンソウ2作目		
		NO ₃ -N ppm	NH ₄ -N ppm	NH ₄ -N比率 %	NO ₃ -N ppm	NH ₄ -N ppm	NH ₄ -N比率 %	NO ₃ -N ppm	NH ₄ -N ppm	NH ₄ -N比率 %
砂土	Ⅰ 1.0	350.0	7.8	2.2	220.0	22.2	9.2	314.0	7.4	2.3
	Ⅱ 2.5	1,040.0	165.0	13.6	547.2	155.4	22.1	1,041.0	179.8	14.7
	Ⅲ 4.0	1,206.0	300.0	19.8	817.0	302.0	27.0	1,237.0	459.9	27.1
赤粘土	Ⅰ 1.0	190.0	10.5	5.2	58.0	6.1	9.5	200.0	8.9	4.3
	Ⅱ 2.5	551.0	13.3	2.4	347.0	32.4	8.5	644.0	25.1	3.6
	Ⅲ 4.0	501.0	33.1	6.2	288.0	51.8	15.2	818.0	71.7	8.1

ナ、ハウレンソウを通じて、砂土では $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量の絶対値は赤粘土より著しく高く、Ⅲ区を例にとるとサラダナで2.4倍、ハウレンソウでは2.8倍に達する。また施肥量の増加によって上層土じょうの含量は直線的に急上昇し、Ⅲ区の含量は最少施肥のⅠ区に比べ、サラダナで3.4倍ハウレンソウでは3.7倍にもなっている。しかし下層土じょうではECの場合と同様上昇度がゆるやかである。したがって砂土では施肥量の増加とともに上下両層の較差は増大し、サラダナの場合Ⅰ区では72ppmの差が、最多肥のⅢ区では754ppmにも達する。ハウレンソウの場合でも両者の較差は同様に増加するが、サラダナに比べて小さい。この理由は葉がよく伸びるので、地表面の陰べい率が高く、塩基の上層集積が少ないためと思われる。したがって砂土では多肥区上層土の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は著しく高くなり、サラダナでは1,200ppm、ハウレンソウ（1作目）でも800ppmをこえ、濃度障害の可能性はすこぶる大きくなる。

一方赤粘土ではチッソの施肥量が2.5kgをこえると $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量の上昇が停滞し、また施肥量の増加による上下層の含量較差も砂土に比べて小さく、サラダナの最高でもその較差は293ppmであった。また含量の絶対値もはるかに低く、最高でサラダナの場合551ppmハウレンソウ（1作目）の場合347ppmで砂質土の最高値の半分にも達しないので、濃度障害は起こりにくい。

次にハウレンソウで連作の場合であるが、これもEC同様砂土はもちろん赤粘土でも、施肥量の増加とともに $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は急角度で上昇する。また絶対値も1作目よりはるかに高くなり、Ⅱ、Ⅲ区の上層土の含量は砂土で1作目の1.5~1.9倍、赤粘土で1.9~2.8倍に達する。とくに下層土の含量も著しく高くなって、砂土で最高1,125ppm赤粘土でも872ppmと上層土とほとんど変わらなくなるので、除塩を行わずに連作すると濃度障害の発生は確実である。

(2) ECと $\text{NO}_3\text{-N}$ の相関関係：先にのべたように施肥量の増加による $\text{NO}_3\text{-N}$ の動向はECの動向とまことによく似かよっているため、両者の相関関係を調べた結果、サラダナ、ハウレンソウともに砂土、赤粘土に共通の正の相関関係がみられた。ECと $\text{NO}_3\text{-N}$ のあいだに密接な正の関係があることは、嶋田氏¹⁰⁾佐藤氏⁶⁾らがすでに明らかにしているが、本実験でもこれが実証された。ハウスでの追肥の時期や施肥量および連作時の元肥量の判定などには、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の残存量を測定する必要があるが、これを測定する簡単なECの値から相関曲線によって推定できるとすれば、実用上の価値は大きい。

(3) $\text{NH}_4\text{-N}$ の動向：施肥量増加による $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量

の変化の様相も第3表に示してあるが、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の場合とはやや異なっており、土性による較差が著しく大きいのが特徴である。すなわちサラダナ、ハウレンソウを通じて、砂土は施肥量の増加とともに $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量が直線的に急増し、施肥量が4倍になるⅢ区の含量は最少施肥量のⅠ区に比べて、サラダナでは38.5倍ハウレンソウの2作目では実に62倍にも達する。これは $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量の増加率がほぼ施肥倍率に近い数値であるのに比べると著しく大きい。また上層集積も明確に見受けられる。これに対し赤粘土では $\text{NH}_4\text{-N}$ が急増することはない、含量の増加率はほぼ施肥倍率と同じで上層集積もほとんどみられない。したがって最多肥区の砂土と赤粘土の含量には著しい開きがで、赤粘土の含量は砂土の11~17%にすぎない。このように $\text{NH}_4\text{-N}$ で土性による差が大きいのは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が1価のカチオンであるため土じょうコロイドによる吸着の影響が大きく、コロイドの多い赤粘土では土じょう溶液中への溶出が少ないためと考えられる。したがって砂土で多肥をした場合にはECの上昇や $\text{NO}_3\text{-N}$ の増加による濃度障害だけでなく、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の急増による障害が起こる可能性が大きい。

次に連作の場合をみると、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は一般に $\text{NO}_3\text{-N}$ の場合ほど集積量が増大せず、時には減少する場合も見受けられる。その理由は2作目が消石灰の加用と熟畑化の進行によって、硝化菌の活動に好適な条件になったためと解釈される。ただし硝化作用の弱い砂土に連続多肥した場合には $\text{NH}_4\text{-N}$ の過剰集積が起こり、Ⅲ区を例にとると含量は1作目の302ppmに対し、2作目は460ppmと52%の増加をみている。

(4) 無機態チッソ中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率の動向：施肥量の増加による無機態チッソ中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率の動向も第3表に示したとおりで、土性によって大きな開きがある。すなわち赤粘土では最多肥のⅢ区のみ他の区よりかなり高いがⅠ、Ⅱ区は差が少なく、施肥量に比例して段階的に比率が上昇するとはかぎらない。これに対し砂土では絶対値も赤粘土に比べてはなはだ大きく、また施肥量の増加とともに $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率は明瞭に増加し、施肥量が多くなると硝化作用が円滑に行なわれなくなることを示している。このように $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率がふえると、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を好むそ菜類の生育に何らかの悪影響をおよぼすことが予想される。嶋田氏¹¹⁾も $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率は多肥のものほど高い傾向があり、最高は30~60%に達すると報告しているが、本実験での最高値は27%であった。また連作の場合には $\text{NH}_4\text{-N}$ の絶対含量は増加しても、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率は大きくなりずむしろ減少するが、この理由は先にのべたように硝化菌の活動に好適な条件になったためと考え

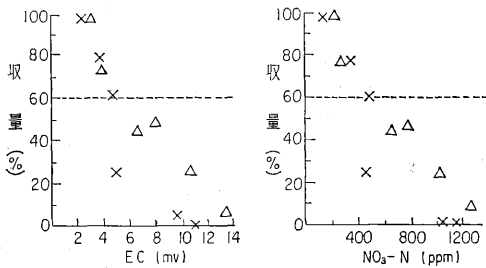
られる。

(5) $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量と収量との関係：まず土じょう中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量と収量との関係をみると、EC と収量との関係に類似してはほぼ負の相関関係がみられる。これは EC と $\text{NO}_3\text{-N}$ とのあいだに密接な正の相関関係があることから考えても当然であろう。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の集積による収量下降の割合がサラダナの場合にはかなり大きく、ハウレンソウの場合にはゆるやかであるのも、EC の傾向とはほぼ同じである。

次に $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量と収量との関係をみると、サラダナ、ハウレンソウとも 50~70ppm 前後までの含量と収量とは全く関係がないようである。しかしサラダナで収量皆無に近い 2 つの区は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量が 150ppm をこえており、またハウレンソウで収量の低い砂土の 3 つの区は 180ppm をこえているので、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量が一定限度をこえると収量は極端に低下するようであるが、EC や $\text{NO}_3\text{-N}$ においてみられるような明確な比例関係はないようである。

4) EC と $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量による濃度障害診断指標試案

土じょうの pH、EC および $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量と収量との関連性を調べた結果は、先にのべたように EC と $\text{NO}_3\text{-N}$ についてのみ収量との間にほぼ負の相関関係が成立することがわかったので、この両者による濃度障害の診断指標試案をつくってみると、第 2 図のとおりであ



×：サラダナ Δ：ハウレンソウ(2作目)
収量指数：赤粘土最少施肥区基準

第 2 図 EC と $\text{NO}_3\text{-N}$ による濃度障害診断指標

る。一般に赤粘土の最少施肥量区の収量が各試験区中最高であるので、この収量を 100 として他の区の収量を指数で現わした。またハウレンソウの 1 作目は濃度障害の発生がほとんどなかったので除外した。

これで見るとサラダナの場合は EC が 4.7m Ω 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が 550ppm で収量指数は 61.5 程度にさがり、EC が 9.4 m Ω 以上、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が 1,000ppm をこえると収量はほぼ皆無になる。障害判定にあたって前述のように収量指数が最高収量区の 60% 程度に低下した時点を経準とすると、危険限界は飽和浸出液での測定の場合、EC で 4.7m Ω

前後、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量が 550ppm 前後と考えられる。次にハウレンソウ (2 作目) の場合は、EC が 13m Ω 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が 660ppm の区と、EC が 8.1m Ω で $\text{NO}_3\text{-N}$ が 810ppm の区の収量指数がいずれも 45 程度に低下し、EC が 13m Ω 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が 1,200ppm をこえると収量指数は 11 にまで低下する。これからみてハウレンソウにおける濃度障害の危険限界は、飽和浸出液での測定で、EC 6.5m Ω 前後、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量が 650ppm 前後と考えられる。しかしながら試験区数も少ないので、今回の成績だけで診断指標を策定するには不十分であり今後さらに検討を進めたい。

4. 結論および考察

(1) ハウレンソウはサラダナに比べて濃度障害に対する抵抗性が強いことは、障害の様相や障害を引き起こす時点の限界施肥量が多いこと、また EC や $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量などの限界値の高いことなどからみて明らかである。またこの傾向は大沢氏⁴⁾の単一塩類溶液に対する抵抗性の結果とまったく一致した。

(2) 濃度障害が生育量の低下におよぼす影響は、作物の部位によってその程度が異なる。サラダナ、ハウレンソウを通じて、収量の低下度は各部位の低下度より大きかったが、これは各部位の影響が総合されて現われるため当然の結果であろう。部位別では一般に草丈の低下度が葉数のそれより大きく、またサラダナでは生育後期に最大葉の葉幅の低下がめだつた。葉数は一般に影響が最も小さいが、ハウレンソウの 2 作目ではやや減少がめだっている。またサラダナでは下葉の褐変や萎凋枯死など激しい障害症状を現わすが、抵抗性の強いハウレンソウでは、収量が最少施肥区の 30~10% まで低下するほど障害が激しくなっても、外観上明確な症状を現わすことはないので、障害の発生を見落とすおそれがある。

(3) 施肥量の増加による EC の上昇、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の集積量の増大およびこれらの影響による生育量、収量の減少は土性によって著しく異なり、砂土は赤粘土より著しい。また連作によって $\text{NH}_4\text{-N}$ の集積をのぞくその他の上記の現象は、1 作目より著しい。したがって砂質土で多肥連作という悪条件が重なった場合、濃度障害発生の危険性はすこぶる大となる。

(4) EC と $\text{NO}_3\text{-N}$ 量との間には密接な正の相関関係がみられたが、これは嶋田氏¹⁰⁾ や佐藤氏⁶⁾⁷⁾ らの報告と一致する。また EC 値の評定は、飽和浸出法によると堀氏¹⁾ の報告にもあるように、おおむね作物が育つ状態の土じょう溶液濃度の 2~4 倍の範囲にあるので、一応土じょうの種類をこえて相互に比較しうるものと考えられる。本実験でも飽和浸出法によつた結果、EC と $\text{NO}_3\text{-N}$

のあいだおよび収量との関係において、砂土と赤粘土に共通の関係がみられている。

(5) $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は連作によって土性のいかにかわらず確実に累積増加し、また EC は上昇する。このことはハウスの大型化・固定化ともなう周年利用方式の普及が進むと、除塩対策を確立しないかぎり、濃度障害の発生件数を飛躍的に増加することになる。

(6) 施肥量の増加にもとづく $\text{NH}_4\text{-N}$ の含量増加率が、砂土では $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量の増加率より著しく大きく、かつ施肥量の増加割合をはるかにこえている。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率の絶対値も赤粘土に比べてはなはだ大きい。この理由は、① 坂井氏⁵⁾ が報告しているように、砂土は置換容量が少なく緩衝能が弱いので、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高くなりやすくまた pH が低下しやすいが、このような場合に硝化作用が抑制されること、② 嶋田氏⁹⁾ の報告にあるように、硝酸化成にさいしては土じょう溶液中に生成される硝酸に相当する Ca の置換溶出が必要で、Ca の量に対して $\text{NH}_4\text{-N}$ が多すぎる場合硝化作用が著しく有害されること、の 2 つにあるものと考えられる。

(7) 施肥にさいしては上下両層に肥料を均一に混和したにもかかわらず、砂土では施肥量が増加すると $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とともに上層集積がみられ上層の含量は著しく多くなり、上下層の塩類集積の較差は著しく増大する。しかし、赤粘土については上層集積があまり明らかでない。

(8) 土じょうの化学性と収量との関係では、EC と $\text{NO}_3\text{-N}$ とにはほぼ負の相関関係がみられた。濃度障害の危険限界を一応収量指数が最高収量区の 60% 程度に低下したときと定めて、この両者から飽和浸出液による障害

診断指標試案を作成した結果、サラダナについては EC で 4.7m Ω 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ で 550ppm 以上が一応の危険限界と考えられ、ハウレンソウでは同様 EC で 6.5m Ω 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ で 650ppm 以上が危険限界と考えられる。しかし今回の成績だけでは不十分であるので今後さらに検討を進めたい。

また飽和浸出液法は土じょう溶液の真の組成に近い状態の液が採取できるが、採取法が比較的繁雑であるため、普及段階では簡便な加水浸出法が行なわれている。ハウスの栽培面積は年々増加が著しく、普及所、農家の研究団体などにおいても手軽に EC などの測定を実施し濃度障害の防止につとめる必要があるため、今後は加水浸出法による診断指標の確立に進みたい。

(大阪府土じょう肥料専門技術員)

引用文献

- 1) 堀 裕 (1969); 農及園 44~1, 275~281
- 2) 中安信行, 伊達昇(1967); 農及園 42~11, 1697~1701
- 3) 中安信行, 山本昇(1966); 野菜に関する土肥研究集録, 290~297
- 4) 大沢孝也 (1961); 園学誌 30~1, 48~56
- 5) 坂井 弘 (1966); 野菜に関する土肥研究集録, 224~227
- 6) 佐藤吉之助 (1966); 野菜に関する土肥研究集録, 281~290
- 7) 佐藤吉之助, 錦古里孝夫 (1966); 農及園 41~3, 483~486
- 8) 嶋田永生(1966); 農業技術 21~11, 506~510
- 9) 嶋田永生(1967); 愛知園試研報 6 号, 67~114
- 10) 嶋田永生, 武井昭夫(1965); 愛知園試研報 3 号, 49~65
- 11) 嶋田永生, 武井昭夫, 早川岩夫(1966); 愛知園試研報 5 号, 43~52

—北海道の上川平野では—

北海道の米どころ上川平野では、すでに稲穂が色づきはじめ、明るい秋の陽に映える頃となりました。

今年は春から好天にめぐまれたため、稲の生育は順調で史上空前の豊作が期待されております。

しかし、稲穂のなびく水田のところどころには、黒い土を見せた休耕地が散在し、米作りのきびしさがわが身につく感じられます。

休耕と米価の据え置きは、北海道の稲作農家に種々の影響をあたえましたが、講習所にくる農民の姿からこれをみますと、これからの稲作に好ましい動きを見出すこともあり、きびしい情勢に対応するための農民の苦悩と努力を感じることができま

す。

なかでも、最も重要な動きは、農民がコスト意識をもってき

たことです。今まで機械を見にきての質問は、①価格、②作業能率、③銘柄間の比較などが主でした。

しかし、最近では利用経費についての質問が追加される場合が多くなりました。

機械の導入あるいは利用にあたり、利用経費まで考えるようになれば、機械の保守管理や利用技術のいかに利用経費を左右し、ひいては生産コストの低下にきわめて重要であることを認識してもらうことができ、技術指導上、非常に効果的です。また、コスト意識をもつことにより利用組織も発展し、経営にプラスする機械化が進むものと考えております。

私たちはこのような農民の出現を期待して仕事を進めてきましたが、今後ますますコスト意識をもった企業家農民が出現するよう機械化技術サイドから努力するつもりであります。

(45.8.27 全購連北海道講習所 野本俊夫)