

露地野菜と窒素の施肥位置

全農 農業技術センター肥料研究部

部長 森 崎 鉄 兵

1. 露地野菜施肥の変遷

かつて露地野菜の施肥は基肥を節約し、野菜の生育とともに株際へ2～3回追肥していた。1960年代後半、小型耕運機が普及し、畑全面に基肥として化学肥料を散布し耕耘する全面全層施肥法になった。最近では基肥量が増え、追肥は地表に少量

施用しその多くが表面流去するため生育後期に肥え切れし、基肥量がさらに増えるという悪循環となっている(表1)。このように、我が国の野菜施肥は少肥・局所施肥から多肥・全面全層施肥へ移行したが肥料効率が低下し、余剰成分の集積や土壌の酸性化等の環境問題を惹起するに至っ

表 1 わが国における露地野菜施肥の変遷

年 代	主体となる肥料	耕起法等	施 用 法		問 題 点
			基 肥	追 肥	
～1945	有機自給肥料	人手による耕起	堆肥類の溝施用	(追肥重点型) 側条・覆土 2～3回	肥料の不足
～1955	無機	〃	〃	(追肥重点型) 側条・覆土 2～3回	省力的施肥技術
～1965	〃	小型耕耘機	畑全面に散布して全層に混和	側条・覆土 2～3回	濃度障害の発生
～1985	〃	乗用トラクター	(基肥重点型) 全面全層施肥	地表面に散布 1～2回	後期の肥切れ 多肥化 環境問題の発生
1990～	緩効性肥料	機械施肥	(基肥重点型) 局所施肥	追肥の省略	効果的な施肥位置

本 号 の 内 容

§ 露地野菜と窒素の施肥位置..... 1

全農 農業技術センター肥料研究部
部長 森 崎 鉄 兵

§ イチジクの根域制限栽培と被覆肥料..... 8

愛知県農業総合試験場
山間技術実験農場
農場長 井 戸 豊
園芸研究所環境研究室
技 師 池 田 彰 弘

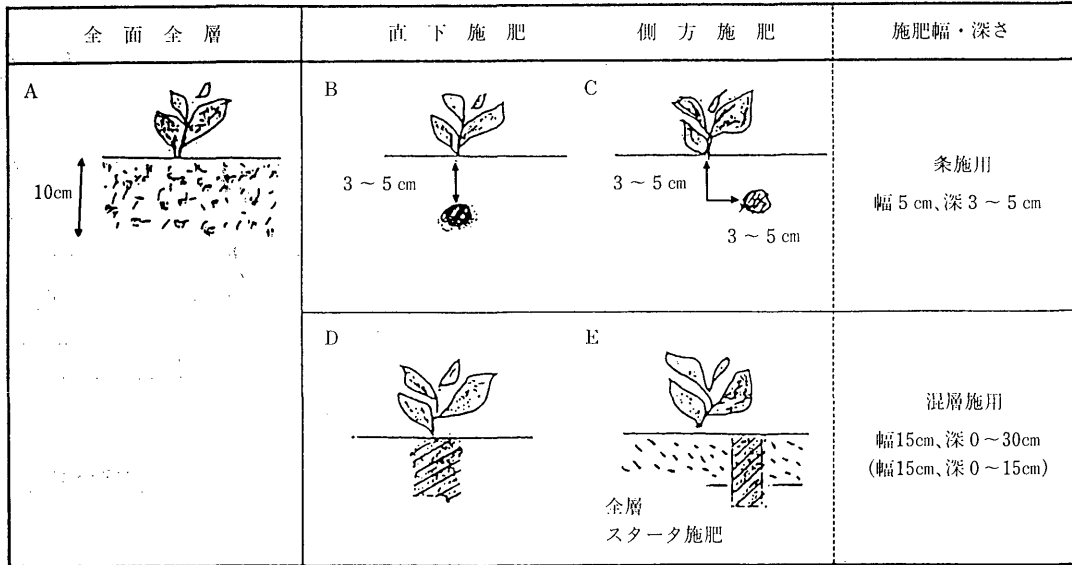
た。今後、作業効率が高い機械施肥、それに追肥を省いた基肥重点施肥法、肥効が永く安全性の高い被覆肥料の利用が基本となることを踏まえ、ここでは効率的な施肥位置の在り方を検討してみた。

2. 施肥位置と土壤溶液への肥料窒素の溶出
本報で取り上げる施肥法は全面全層施肥と局所

施肥で、さらに局所施肥では肥料が高濃度になる条施肥に対し、肥料と土壤を混和して肥料濃度をやや低めた混層施肥がある(図-1)。

土壤に施用した硫酸からの窒素の溶出をみるため、施用後3週間後の土壤溶液の窒素形態と濃度を測定した。土壤溶液の採取は金属円筒に充填した土壤に、底面から水分を吸収させ、一定時間後

図 1 施肥位置の区分とその概念図



注：Eではスタータ施肥(全層施用)もおこなった。

表 2 土壤の種類と土壤溶液への窒素溶出濃度 (ppm)

	窒素添加量	砂丘未熟土	黒ボク土	黒ボク下層土	赤黄色土	褐色低地土
NH ₄ -N	0	19.0	tr	tr	26.0	tr
	2.5	tr	tr	tr	10.0	tr
	5.0	tr	tr	tr	tr	tr
	10	tr	tr	tr	10.0	tr
	20	194	tr	19.0	tr	tr
	40	1170	tr	52.0	62.0	tr
	80	1740	tr	159	168	129
NO ₃ -N	160	7900	307	446	823	489
	0	19.0	19.0	19.0	29.0	14.0
	2.5	174	59.0	34.0	211	32.0
	5.0	328	74.0	52.0	285	90.0
	10	645	107	52.0	416	163
	20	715	217	54.0	568	605
	40	477	328	80.0	505	1080
80	37.0	641	96.0	1050	1050	
160	79.0	684	158	481	986	

注. 窒素は硫酸アンモニウムで添加(mgN/100g)。25°C、3週間。

に遠心法により土壤溶液を分離した。窒素添加量20mg以下を全面全層施肥と想定すると、このときの土壤溶液には硝酸態窒素が多く溶出し、黒ボク土やその下層土でややその溶出濃度が低かった。また、窒素添加量40~160mgを高濃度局所施肥と想定すると、砂丘未熟土でアンモニア態窒素が多量に溶出し、黒ボク土では硝酸態窒素で占められた。黒ボク下層土はアンモニア及び硝酸態窒素が比較的低濃度で、また赤黄色土と褐色低地土は硝酸態窒素が高濃度で溶出した。これは、土壤のアンモニア吸収力の差に起因するもので吸収力の高い黒ボク土はアンモニア濃度が高まらず、吸収力の低い砂丘未熟土では高濃度に溶出することを示している。さらに、局所施肥条件では高塩類濃度となり硝化作用の抑制が起こり、アンモニア態窒素が多く溶出することが分かる(表-2)。

3. 施肥位置と施肥窒素の分布

施肥位置の違いによって露地畑における窒素分布の特徴がどのように示されるか検討した。施肥後30日目のハウレンソウ根圏における窒素の分布を図-2に示した。全面全層施肥では作土全層に肥料が混合されて肥料濃度は薄く、アンモニア態窒素は速やかに硝酸態窒素へ変化し、降雨の浸透とともに下層に移動した。一方、直下施肥のような局所施肥の場合は、溶出した肥料成分で土壤溶液が高濃度となるため硝化作用は抑制されて、施

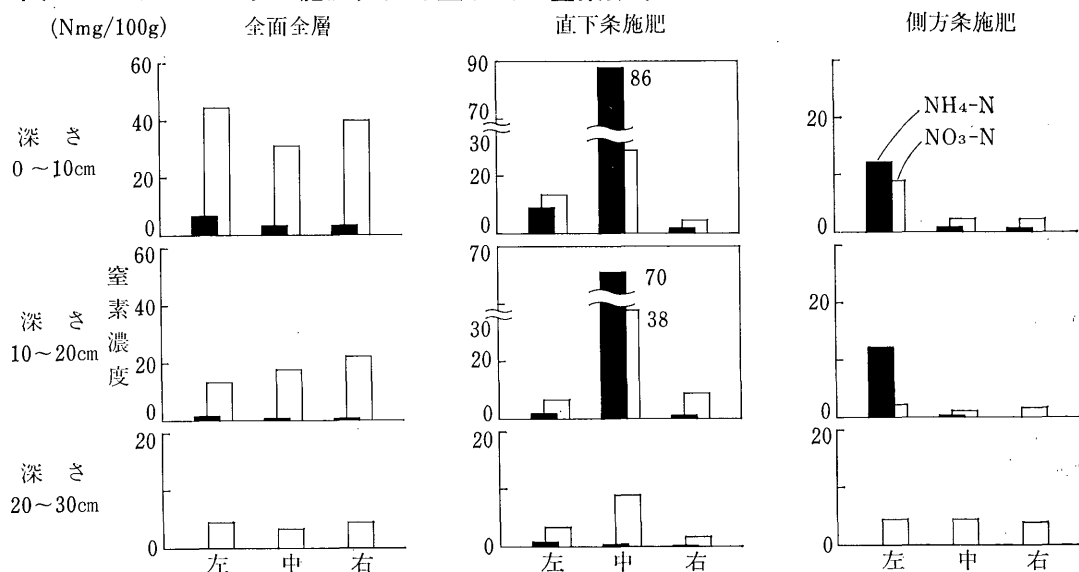
肥箇所(位置)にアンモニア態窒素として集積することが分かる。また、アンモニア態窒素の土における拡散距離は小さいため局所施肥された窒素は左右に水平移動することが少なく、降雨とともに下層方向に移動するのが分かる。このように、施肥窒素の土壤中での挙動は施肥方法および窒素の溶出形態、拡散、溶脱が関係することが理解できた。

4. 施肥窒素の溶脱と土壤、施肥位置、窒素形態

施肥窒素の溶脱実験は屋外の深さ45cm、土壤容量200ℓの小型ライシメータにより行った。溶脱するのは殆ど硝酸態窒素であった(図-3)。窒素施用量が5kgより20kg施用の方が溶脱量は多くなる。しかし、窒素の溶脱量に対する影響は施肥量よりも土壤の性質の方が大きく、砂丘未熟土で溶脱窒素量が多く、褐色低地土と赤黄色土がそれに次ぎ、黒ボク土およびその下層土の溶脱量は最も少なかった。窒素は硝化作用によりアンモニアから硝酸に変化して土壤溶液へ溶出し、雨水と共に下層に移動する。したがって、硝化作用の高い土壤の溶脱量は多いが、土壤の性質の面からは砂丘未熟土のように透水性が高く、窒素吸収力の低い土壤は溶脱し易く、黒ボク土のように窒素吸収力の高い土壤は溶脱し難いことが分かった。

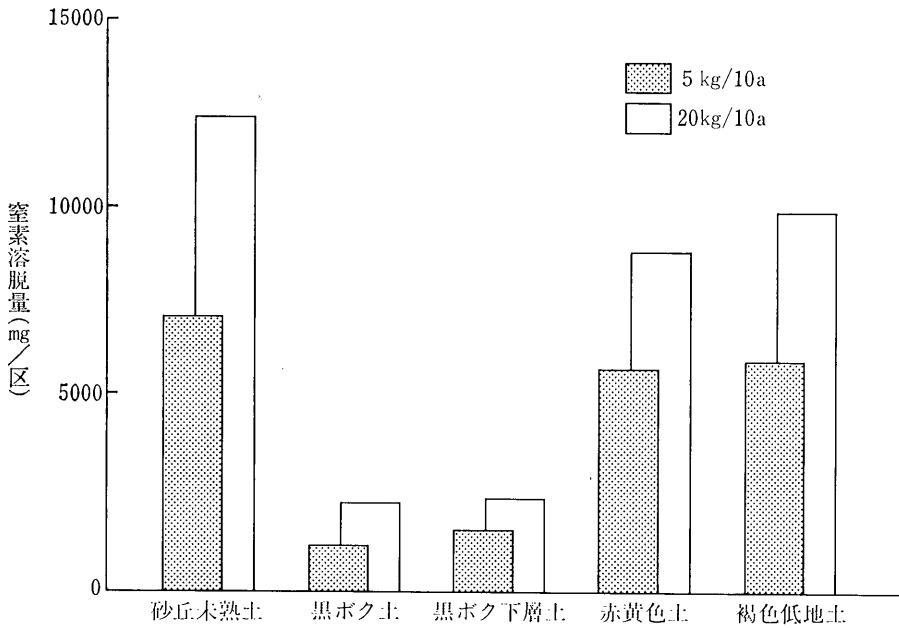
施肥位置と窒素、カリ、カルシウム、マグネ

図2 ハウレンソウの施肥位置と土層別の窒素分布



注: 1985. 9. ~10, 褐色低地土。

図3 土壌の種類と窒素の溶脱量



注：期間：1992. 6～7。作物：スイートコーン。

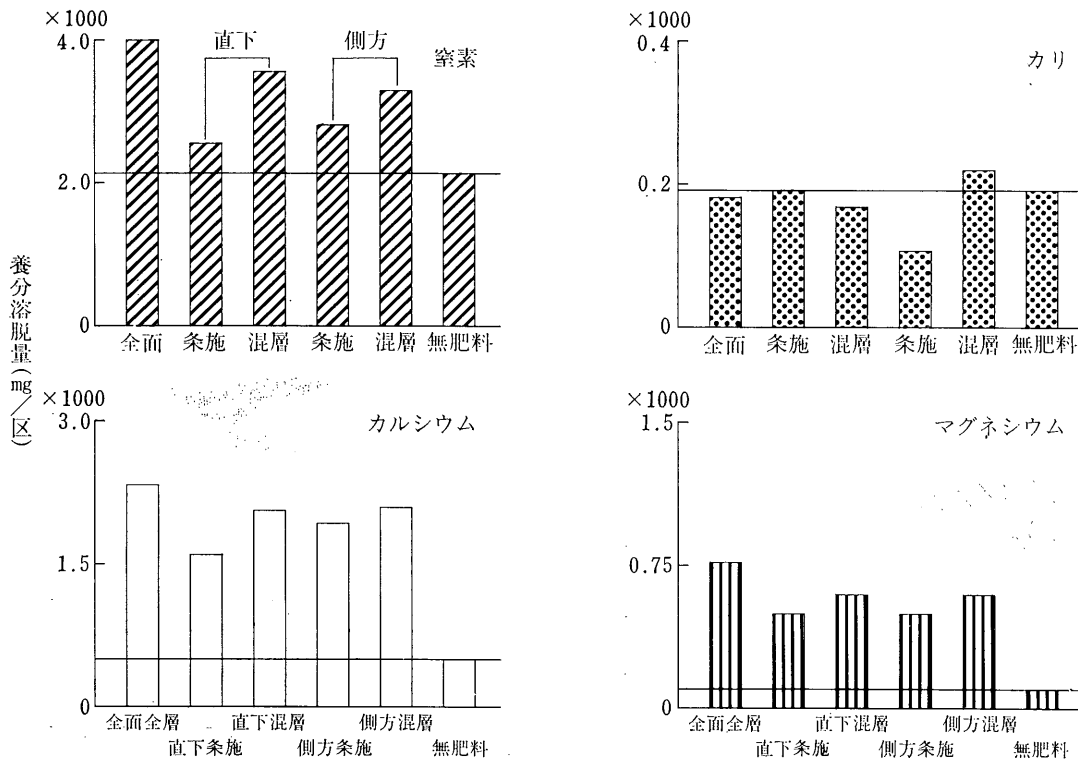
がわずかに溶脱量が増える傾向にあった。このように、施肥位置の違いと養分溶脱量の関係は注目に値する。このとき、リンは溶脱水に殆ど認められず、カリは少なくても無施用区の溶脱量程度で、カルシウム、マグネシウムは硝酸態窒素の溶脱量に応じて溶出することが認められた。このように、陽イオンであるカルシウムは陰イオンである硝酸態窒素とともに溶脱するため、施肥位置の選択によって硝酸態窒素の溶脱量を抑制すれば、カルシウム等の塩基類の溶脱防

止、ひいては土壌の酸性化防止となることを示している。
 シュウムの溶脱の関係を示した(図4)。全面全層施肥は養分の溶脱が多く、局所施肥した直下施肥や側方施肥は溶脱量が少ないことが分かる。さらに同じ局所施肥でも条施肥より混層施肥の方

止、ひいては土壌の酸性化防止となることを示している。

側条施肥のような局所施肥の場合、肥料に含まれる硝酸態窒素の比率が高いと野菜の初期生育

図4 施肥位置と土壤養分の溶脱量



注：期間：1992. 6～7，褐色低地土，作物：スイートコーン。

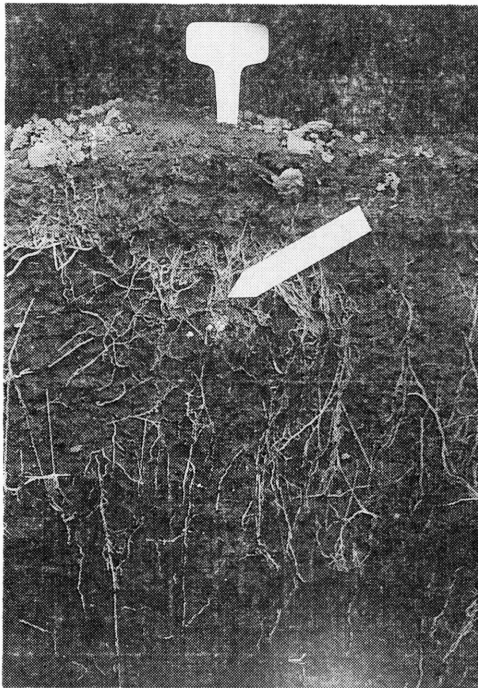
は優るが、反面窒素成分の溶脱が多くなり、栽培後期の野菜生育が低下する懸念がある。このため、アンモニアと硝酸の比率を変えてキャベツライシメータ試験を行った。無肥料区の窒素溶脱状況から試験の途中までは土壌に由来する窒素が多いためアンモニアと硝酸比率の影響は明確でなかった。しかし、硝酸の割合が50%にも達すると、生育後期には窒素の溶脱量が多くなることが認められた(図-5)。このことから、溶脱による窒素のロスと他に行った栽培試験による野菜生育との関係を勘案すると側方条施肥など局所施肥に対しては肥料の硝酸態窒素の比率は全窒素の20~30%程度が適当と考えられた。

5. 肥料, 施肥位置と根群の発達

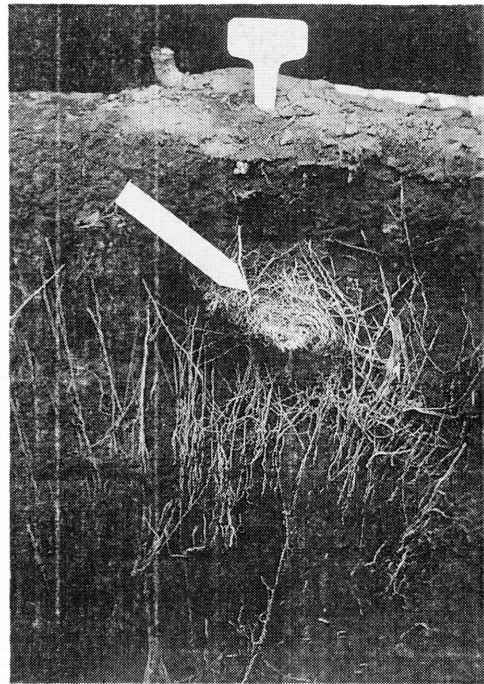
野菜の生育と施肥法についてさらに普遍的な関

写真 圃場におけるキャベツ根群の肥料に対する反応 (直下条施肥区)

アンモニア系肥料



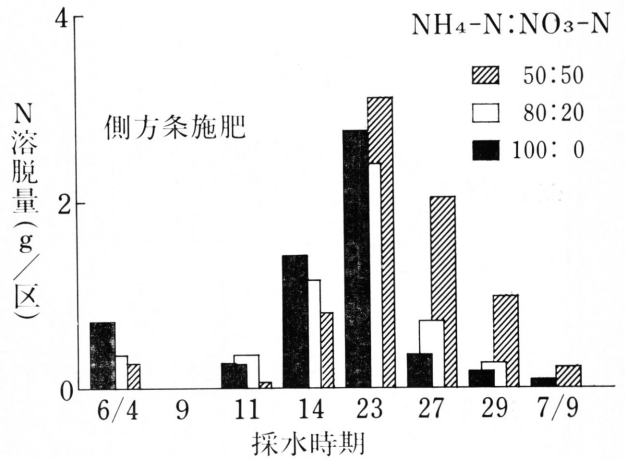
硝酸系肥料



注: 左側はアンモニア態窒素, 右側は硝酸態窒素をそれぞれキャベツ株直下に施用した。ラベルの位置がキャベツ株下, 矢印が施肥位置。

係を見いだすために肥料の窒素形態, 施肥位置と野菜根群の発達について検討した。写真は圃場における根群調査例で, 硫安では根が肥料を避けているが, 硝安では根が肥料の中まで侵入するのが観察される。播種後25日目のスイートコーン根箱

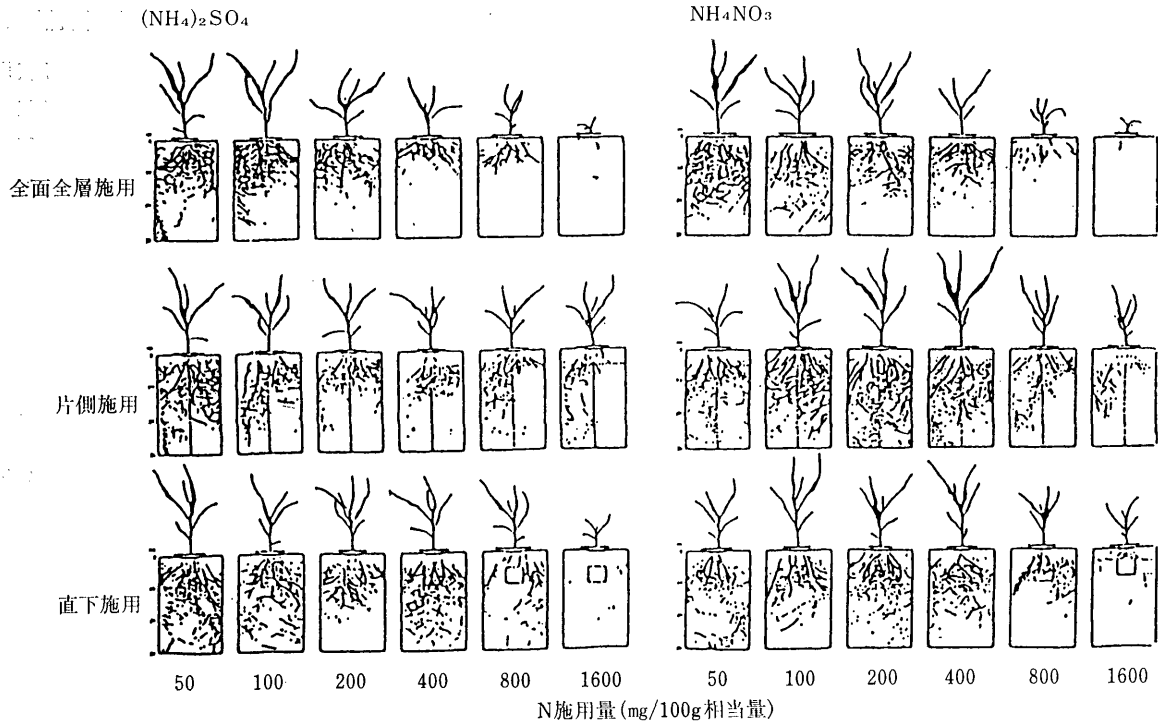
図5 窒素の形態, 施肥位置と窒素溶脱量



注: 期間: 1985. 6~7. 褐色低地土。作物: キャベツ。

試験の例を図-6に示した。一箱当たりの施肥量を同じとし, 施肥する位置を変えた。全層施肥においては硫安区に比べ硝安区の方が濃度障害が軽減されているのがみられる。一方, 片側施肥では地上部の生育はさほど変わらず, 地下部の根群発

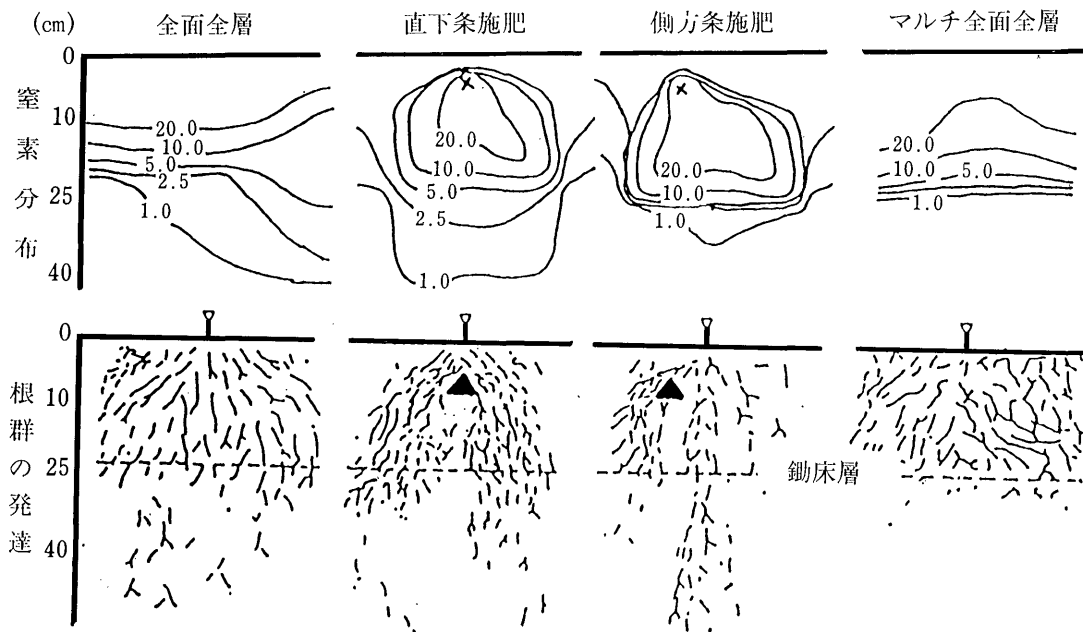
図6 根箱実験に於ける施肥法とスイートコーンの生育



達に大きな変化がみられた。800mg程度の高濃度施肥になると根群の発達は肥料濃度の低いところに限られる。しかし、図-6のような根張りとなるために全層施肥にみられたような決定的な濃度障害は起こらなかったと考えられる。また、局所

的に真下に肥料を施用すると肥料濃度が高いため根群の発達が阻止されるが、さらに施肥量を増すと根は初めから肥料濃度の薄いところへ伸張することとなり、地上部の生育が維持された。このように、作物の地上部生育だけではみられない、肥

図7 キャベツの根群発達実験IのN分布と根群分布



注：夏作キャベツ，定植後25日目。

料の窒素形態および施肥位置と野菜の地下部発達の関係が根箱試験によって分かった。全層施用は濃度障害が起きると生育障害が決定的となるが、局所施肥は高い施肥量となると肥料を避けて根が発達できるために濃度障害はある程度軽減されることが分かった。施肥方法と根群の発達の関係が、実際の圃場でどのようになっているかについて夏キャベツの定植後25日目の施肥位置試験区について調査した。キャベツ根群の拡がりや窒素の分布と一致する形状となっていた(図-7)。

6. 側方混層施肥と被覆肥料による施肥改善

側方に条施肥したときは野菜の根が肥料に到達するのが遅れて初期生育が劣り、さらに施肥部に根が到達しても肥料濃度が極めて高濃度であるためにアンモニア障害によって根の発達と活性が阻

害される。このためこれまでの施肥位置と土壌、作物、肥料に関する知見から、硝酸系肥料を幅10cm、深さ10~15cmの施肥溝に混層施用(土壌と肥料を混和する)すると肥料濃度が低くなり、肥料の分布範囲が大きくなるため根が施肥箇所到達し易く、到達してからも発達し易くなって条施肥の欠点が解消すると考えられた。このような混層施肥法の実用性を検討するため、燐硝安系高度化成およびその樹脂被覆肥料(40日タイプ)を全量基肥として側方混層施用し、窒素施用量は慣行施肥量から20%減肥した。供試肥料の肥効を検討するため地力窒素の発現量が低い肥効試験用圃場で試験したため収量水準は低かったが、側方混層施肥は減肥したにも拘らず対照区の全面全層施肥と同等以上の結球重を示すことができた(表-3)。

表 3 側方混層施肥法と被覆肥料による施肥改善(夏秋作キャベツ)

施肥法	肥料	施肥量	新鮮重 g (指数)		
			全重	結球重	外葉重
A. 全面全層	高度化成肥料	20kg	900(100)	481(100) bc	420(100)
B. 全面全層	"	16kg	836(93)	435(91) c	400(95)
C. 側方混層深さ15cm	"	"	970(108)	517(107) bc	453(108)
D. 側方混層深さ30cm	"	"	923(103)	491(102) bc	432(103)
E. 全面全層	緩効性肥料	"	1010(112)	599(125) ab	412(98)
F. 側方混層深さ15cm	"	"	1040(115)	602(125) ab	437(104)
G. 側方混層深さ30cm	"	"	1110(124)	669(139) a	443(105)

注1. 褐色低地土

2. 結球重についてダンカン検定の結果をa, b, cで示した。

3. スターター施肥として三要素各5kg/10a相当量を化成肥料で全面に散布、表層5cmに混和した。