

第3章 アスパラガス畑の土壤理化学性と根群分布並びに若茎収量との関係

本章では根群分布並びに若茎収量と土壤理化学性との関係を検討するため、理化学性を異にするいくつかの土壤型の畑における根群分布・収量を

特に、ホワイトアスパラガスの場合には、若茎収穫打ち切り後、培土崩し前に施肥する例も多く、その後の培土崩しで肥料成分は畦間にもどされる

土壤分類表¹²⁾

大 分 類	中 分 類	備 考
火 山 性 土 (火山灰土壤)	火山放出未熟土	主に火山砂礫が堆積、一部灰質
	未熟火山性土	風化した北海道の粗粒火山性土
	褐色火山性土	腐植少、りん酸吸収係数は大
	黒色火山性土	腐植多、りん酸吸収係数は大
褐 色 森 林 土 (洪積層土壤)	褐色森林土	台地土、塩基飽和度60%以上
	酸性褐色森林土	台地土、塩基飽和度60%以下
疑似グライ土 (洪積世土壤)	疑似グライ土	排水不良の台地土
	グライ台地土	グライ層をもつ台地土
低 地 土 (沖積層土壤)	褐色低地土	排水良好の低地土
	灰色低地土	灰色層をもつ低地土
	グライ低地土	グライ層をもつ低地土

注；（ ）内は一般分類による土壤型

調べた。本章における土壤分類は北海道で実用的分類法として広く用いられている“北海道の農牧地土壤分類”¹²⁾によった。

第1節 土壤理化学性と根群分布並びに若茎収量との関係

一般に、作物の生産性と土壤の理化学性との関係は作物の根の浅深、または一年生か永年生かによって違ってくる。従って、麦類のように根の浅い一年生作物とアスパラガスや果樹などのように根の深い永年生のものとは、主根域の土壤理化学性が異なり、それぞれの根域に対応した土壤管理や施肥管理が必要となる。つまり麦類では、永年生のものや深根性のものに比べて、表層の作土層に施肥にポイントを置くため肥培管理は比較的容易であり、土壤型の違いによる生産性の差異も少ないと推定される。ところが、アスパラガス、

など、表層に塩類集積が起り、施肥が根群分布域に充分なされない場合が多いと推定される。そこで、本節では各土壤型ごとのアスパラガス畑の若茎収量調査、土壤層位別の根量調査にあわせて層位別の土壤理化学性測定を行い、両者の関連を調べようとした。

1. 調査方法

土壤型と若茎収量に関する調査はホワイトアスパラガス加工工場へ出荷している生産者395戸についての1980年の調査によった。その前に、1976年(昭51)から1979年(昭54)にわたって現地調査を実施し、道南の乙部町、道央の留寿都村および道北の上湧別町に至る16地区、74地点の土壤の断面調査および理化学性測定を行った。根量調査は1980年に代表的な土壤型8地点につき切り口100cm²(10cm×10cm)、深さ50cmの打ち込み採土器を用いて、土壤層位別実施した。

土壌化学分析については有効態りん酸 ($\text{TruogP}_2\text{O}_5$) は硫酸モリブデン法, 交換性 CaO , MgO および可溶性 AL ($\text{pH } 4-1 \text{ N}$ 酢安可溶) は原子吸光法, 交換性 K_2O は炎光法により行い, 各養分の抽出や pH 測定は土壌養分測定法等^{5, 15)} に準拠した。

2. 結 果

(1) 土壌型と若茎収量

一般に, 農作物の収量と土壌特性との関係は密接であるが, 特に永年生作物にとって, 両者の関係は重要である。アスパラガス畑について, それらの土壌型と加工工場への出荷量に基づいた収量

との関係を取りまとめた結果を図21に示す。アスパラガス収量の高い順に土壌型を並べると, 褐色低地土 (沖積土), 褐色火山性土 (ローム質土), 未熟火山性土 (粗粒質土), 黒色火山性土 (ローム質土), 火山放出物未熟土および酸性褐色森林土 (洪積土) の順となった。

更に, 土壌型の中で最も高収量が期待できる褐色低地土 (上湧別) では, 収量平均が $700\text{kg}/10\text{a}$ を示し, $400\text{kg}/10\text{a}$ 以下の低収畑はほとんど認められなかった。次に, 火山性土群の収量性では同じローム質の火山性土でも, 留寿都の褐色火山性土は乙部の黒色火山性土に比べて明らかに勝った。これに対し, 未熟火山性土 (芽室) は前述の両火山性土の中間であり, 収量の多くは $400\sim 500\text{kg}/10\text{a}$ に集中していた。

また, 火山放出物未熟土では収量水準別の出現頻度の特に多いところがなく, $200\text{kg}/10\text{a}$ の極低収畑から $800\text{kg}/10\text{a}$ 以上の高収畑まで広く分布していた。最後に, 酸性褐色森林土の場合は収量分布が $400\sim 500\text{kg}/10\text{a}$ に最も多く集中しているが, $600\text{kg}/10\text{a}$ 以上の高収畑は皆無であった。野外観察によれば, 酸性褐色森林土のアスパラガス畑は多くの場合, 下層への根の伸長が少なく, 根量が不足していた。

(2) 土壌型と土壌化学性

本項では生産性に関する要因のうち, 土壌層位別の土壌化学性について, 土壌型ごとに検討した。ここでは北海道での土壌診断基準値 ($\text{pH } 6\sim 6.5$, 有効態 (Truog) りん酸 $15\sim 30\text{mg}/100\text{g}$, 塩基交換容量 15meq 以上, 石灰飽和度 $40\sim 60\%$, 交換性マグネシウム $25\sim 50\text{mg}/100\text{g}$, 交換性加里 $15\sim 35\text{mg}/100\text{g}$)¹⁵⁾ を用い, 地表下3層について, 基準値内に入る調査点の割合 (%) を図22に示した。

まず, 層位別に比較すると, pH は火山放出物未熟土, 未熟火山性土および酸性褐色森林土を除き, 第1層 ($0\sim 22\text{cm}$) でも土壌診断基準値に達している割合は低かった。これに対し, 第1層の有効態りん酸や交換性加里含量は基準値に達している割合が比較的高かった。第2層 ($23\sim 42\text{cm}$) 以下では有効態りん酸をはじめ交換性カルシウム, マグネシウムなど基準値を下回る割合が高かった。これは施肥の主体が表層を対象としてお

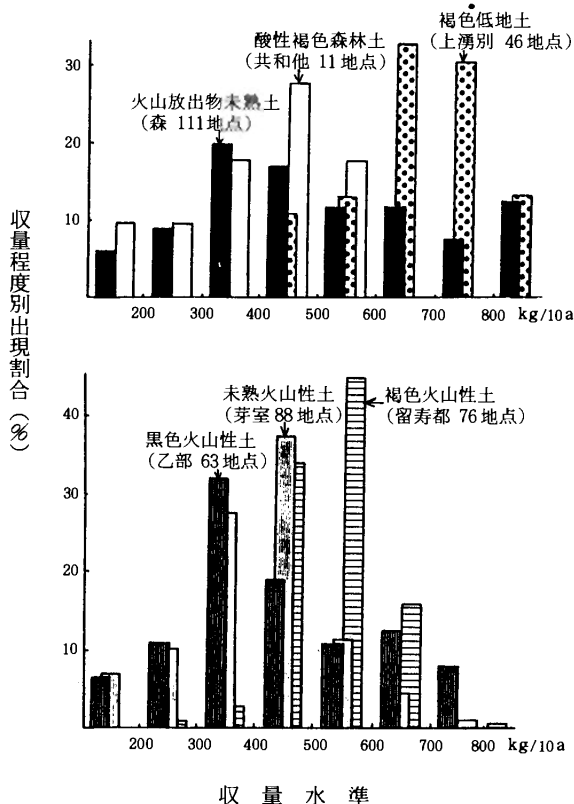


図21 土壌型と若茎収量

注; 土 壌 型	平均収量 ($\text{kg}/10\text{a}$)
褐色低地土	675 ± 33.5
褐色火山性土	533 ± 20.5
未熟火山性土	430 ± 23.6
黒色火山性土	412 ± 39.7
火山放出物未熟土	428 ± 36.6
酸性褐色森林土	389 ± 51.1

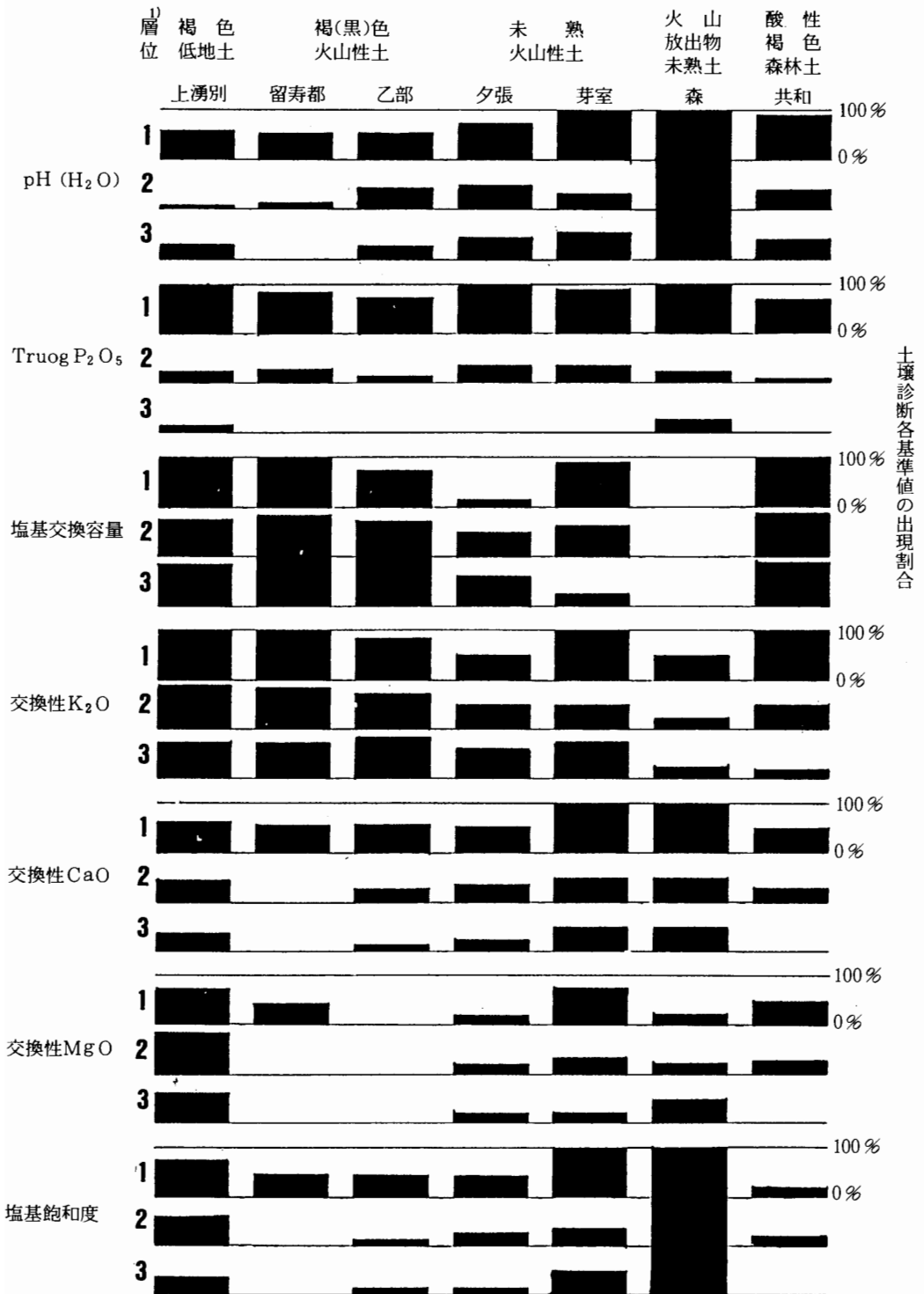


図22 土壌型別の土壌診断基準値の出現割合

1) 1層0～22cm, 2層23～42cm, 3層43～55cm.

2) 診断基準値のうち塩基交換容量は15meqとした, 他は道標準¹⁵⁾とした.

り、かつ、特定のアスパラガス化成肥料の単用が多く、カルシウムやマグネシウムの土壌改良資材の施用量が少ない現象⁶⁷⁾を反映しているものと推察された。

次に、各土壌型を比較すると、最も収量の高い褐色低地土では第1層のみならず、第2～3層でも他土壌と比べて、各要素とも土壌診断基準値内に入る頻度が高かった。火山性土間では各要素の変異が大きい、その中で保肥力の一表現型である塩基交換容量の診断基準値内の割合は収量の高い、褐色火山性土、未熟火山性土(芽室)などで大であった。しかし、塩基交換容量は収量の低い酸性褐色森林土でも大であった。また、火山性土群は共通的にカルシウムまたはマグネシウム含量が少なく、土壌診断基準値内に入る割合が低かった。なお、褐色火山性土の中では第1層の塩基類は留寿都が乙部を若干上回る程度であったが収量では明らかに勝っていた。

(3) 根群分布と土壌物理性

アスパラガスのように深根性のものは、当然、根群分布と土壌物理性とのかかわりが深いことが推定されるので、本項では各土壌型における根群分布の多い層(地表下10～30cm)における土壌三相組成を調査し、その結果を表25に掲げた。

三相比は土壌型によって異なるが、一般的には気相(pF 1.5以下の粗孔隙)10～25%の範囲で根群はよく発達した。逆に、根群の発達が制限された酸性褐色森林土では気相10%以下の固相優位な下層土があり、また同じく火山放出物未熟土で

表25 地表下10～30cmにおける土壌三相組成と根の深さ

土 壌 型	pF1.5以下の粗孔隙 (%)	固 相 (%)	液 相 (%)	根の深さ
褐色低地土	10～25	35～45	39～50	75cm以上
褐色火山性土	10～22	23～40	48～65	75cm以上
未熟火山性土	10～25	30～45	30～55	75cm以上
火山放出物未熟土	15～35	40～50	30～48	35cm以下
酸性褐色森林土	10～25	30～50	39～50	35cm以下
平均 値	11～26	32～46	37～54	—

注；1) pF1.5以下の粗孔隙にある水は重力水として流出するので、その粗孔隙は気相とみなされる。

は気相35%以上の過剰孔隙(保水性低下)が認められた。他の土壌型では物理性が直接的な原因となって根群発達を制限する例は認められないように思われた。

次に、根域における有効水量を孔隙量(pF 1.5～3.8)と根域の深さとの積から試算し、これと多収畑と低収畑との関連をみると図23のようになる。図から明らかなように、若茎収量と密接な関係にある前年秋の茎葉生育指数(GI=平均草丈(cm)×平均茎径(cm)×畦1m当り茎数)が2,000以下の低収畑(400kg/10a以下)の根域有効水量は約150mm以下となり、多収畑(600kg/10a以上)の有効水量はこれを上回るものが多かった。

なお、酸性褐色森林土下層においては根群の伸長を妨げる土壌密度は表示してないが26～27mm(山中式硬度計指数)で、他作物の18～20mm比が高かった。

(4) 土壌断面における根群分布と土壌化学性との関係

アスパラガスは塩基類含量が少なく、酸性にはやや強いが、アルミニウムの多い土壌には弱く根の発達が阻害されるので⁷⁶⁾、可溶性アルミニウム

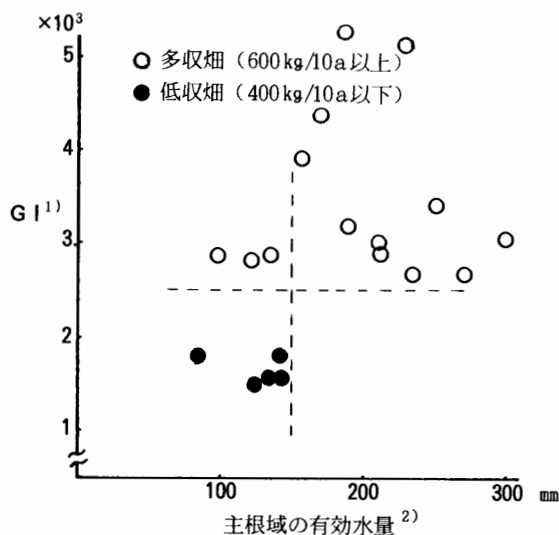


図23 茎葉生育指数(GI)と主根域の有効水量

1) $GI = \text{平均草丈 (cm)} \times \text{平均茎径 (cm)} \times \text{畦 1 m 当り茎数}$

2) 有効水量は pF 1.5～3.8 の孔隙に主根域の深さを乗じて算出。

を低減させるため、りん酸資材や酸性矯正資材の施用が必要と思われる。

本項では、従来の土壌調査法よりも土層を細分化して、層位別の根量割合と化学性との関係を表26に示した。なお、調査地点の土壌は物理的条件をできるだけ均質化するため、粗孔隙10～20%の

畑を対象とした。

調査畑における有効態りん酸 ($\text{TruogP}_2\text{O}_5$) を層位別にみると上層から下層へと少なくなった。第1層 (0～10cm) は40～110mg/100gと高水準にあるが、本層ではほとんどが根量10%以下のため、りん酸肥沃度と根量との相互関係は認められ

表26 層位別の根量割合と化学性

土 壤 型	層位*	根量割合 (%)	pH (H_2O)	$\text{TruogP}_2\text{O}_5$ (mg/100 g)	塩基飽和度 (%)	可溶性Al (mg/100 g)	塩 基 交 換 容 量 (meq/100 g)
1. 酸性褐色森林土 (小樽市・塩谷) 9年目**	1	4.4	4.9	61.4	35.1	162	24.9
	2	60.5	5.3	31.0	44.0	156	23.9
	3	29.0	5.4	17.7	43.8	201	22.5
	4	6.1	5.1	8.4	26.3	411	16.1
2. 酸性褐色森林土 (中富良野) 7年目	1	1.4	4.9	42.3	64.6	95	22.1
	2	41.8	5.3	19.2	66.7	99	22.8
	3	40.6	5.7	9.6	77.8	81	17.5
	4	16.2	5.1	4.5	78.1	57	15.1
3. 酸性褐色森林土 (富良野) 10年目	1	2.5	6.2	98.0	118.1	56	10.0
	2	28.3	5.8	74.6	93.7	60	10.1
	3	37.9	5.5	33.5	75.5	74	9.6
	4	31.3	5.1	9.0	52.5	150	9.4
4. 褐色低地土 (上湧別) 9年目	1	3.5	5.3	82.7	72.2	67	24.2
	2	39.0	5.4	73.6	78.0	67	23.5
	3	34.6	5.6	20.1	79.5	75	19.0
	4	22.9	5.6	11.0	78.7	74	12.6
5. 褐色火山性土 (留寿都) 15年目	1	17.3	5.2	41.7	40.7	275	17.5
	2	39.7	5.3	36.5	45.8	260	19.3
	3	31.6	5.5	22.6	58.0	274	18.0
	4	11.4	5.6	15.9	50.0	357	20.6
6. 黒色火山性土 (乙部) 20年目	1	6.9	6.0	82.6	74.9	299	23.5
	2	68.8	5.7	81.0	62.4	363	23.8
	3	19.9	5.1	16.5	35.8	726	32.9
	4	4.4	4.6	4.4	12.4	980	33.5
7. 未熟火山性土 (伊達) 8年目	1	2.3	5.7	71.8	81.0	71	9.6
	2	38.9	5.7	73.5	69.6	60	10.7
	3	37.3	5.7	53.5	63.6	45	12.9
	4	21.5	5.9	24.4	83.8	92	14.4
8. 未熟火山性土 (夕張) 15年目	1	7.0	5.8	107.3	60.8	70	6.0
	2	27.9	5.6	81.0	60.6	72	5.1
	3	39.2	5.4	64.2	51.3	169	10.6
	4	25.9	5.3	27.7	22.4	254	14.6

注；* 1層0～10cm, 2層10～20cm, 3層20～30cm, 4層30～40cmの深さ

**定植後年数

なかった。第2層(10~20cm)と第3層(20~30cm)における根量割合をみると、第2層の根量割合が高い場合と第2層、第3層の根量割合にあまり差がない場合に大別された。多くの場合、第2層、第3層における有効態りん酸含量にあまり差がない方が両層における根量割合は均一で、少なくとも土壌診断基準¹⁵⁾内の20mg/100g程度は必要と推定された。第4層は当然のことながら有効態りん酸が10mg/100g以下に低下する 경우가多く、根量も低下したが、全般的に第1層の根量よりは多かった。

塩基飽和度は有効態りん酸のように上層から下層へと減少する場合だけでなく、反対に下層の方がやや高い場合、あるいは上下層の差異の小さい場合など、土壌間で差が認められた。塩基飽和度と根量割合との関連は認められず、たとえば下層の塩基飽和度がかなり低くても、有効態りん酸含量が高い夕張の未熟火山性土では根量分布が割合に高かった。

可溶性アルミニウム含量は下層ほど高い土壌と上下層で大差のない土壌があったが、後者の土壌では含量そのものも低かった。また、収量の高い

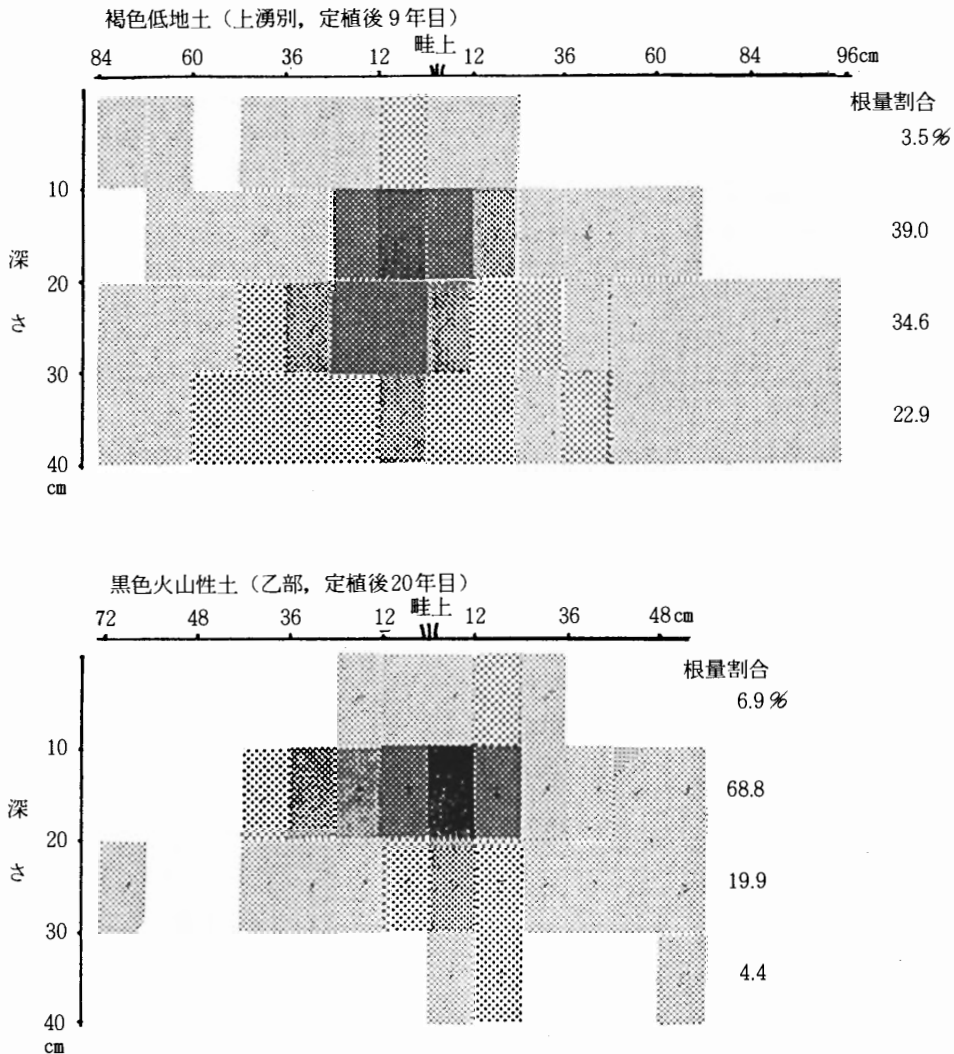


図24 層別別の根量割合
注：図中濃度の濃い個所に根が多い。

褐色低地土では可溶性アルミニウム含量は一般に低かったが、次いで収量の高い褐色火山性土（留寿都）ではかなり高く、特に下層で高かった。図24に層位別の根量割合を示したが、収量の多い褐色低地土では収量の少ない黒色火山性土に比べ、定植後年数は少ないにもかかわらず根群は広く分布し、深さ10～40cmに根量が比較的均等に分布した。

第2節 考 察

土壌型による理化学性と収量との関係は作物の根群分布で異なる。例えば、浅根性の牧草では表土0～5cmの極く表層に根量の50～90%を占める⁴⁹⁾のに対し、深根性のアスパラガスの根群は大部分が表層下10～30cmに分布するため、浅根性作物より下層土との関係が密接であり、その収量は下層土の肥沃度や物理性の良否による根の伸長いかに左右されるといっても過言ではない。これが営農側に十分に認識されず、深根性のアスパラガスの施肥においても浅根性作物に類似する表土部分への配慮のみで下層土への肥培が十分でないため、若茎収量は土壌型が本来持っている特性に強く左右されていることは図21の結果でも明らかである。

一方、今日のような多肥集約農業下では、各種養分が土壌に過剰蓄積する傾向にあり、特に、野菜畑では土壌の富栄養化がすすみ、タマネギ畑に代表されるような高りん酸（*Truog*りん酸100mg/100g以上）、高塩基（塩基飽和度100%以上）の土壌が出現する事例⁵⁸⁾さえある。アスパラガスも他作物と同様多肥の傾向にあるが、既報⁶⁷⁾のようにカルシウムやマグネシウムなどの土壌改良資材を伴わない三要素の施肥に力点がおかれているので、りん酸、加里の集積にとどまり、一般野菜畑土壌で認められるような、マグネシウムおよびカルシウムに及ぶ塩類集積は認められない。

更に、土壌物理性の面では、深根性のカンキツの例からも明らかのように優良園では有効土層の深いことの他に、下層にも交換性カルシウムやマグネシウムが一定水準に保たれていることが必要と思われる⁷⁹⁾。アスパラガスでも、*Van*⁸⁰⁾は高収量畑条件として通気性や保水性の高いことをあ

げ、これらが根を深くするとしている。本調査結果でも根群密度は粗孔隙（*pF* 1.5以下）10～25%の範囲で高く、酸性褐色森林土のような粗孔隙10%以下の層や、逆に火山放出物未熟土の下層土のように35%以上の過剰孔隙層では低くなった（表25）。また、根の伸長が抑制された酸性褐色森林土下層の土壌密度（山中式硬度計示度）は他作物の18～20mmに比べて高く、26～27mmであった。そこで、土壌密度の高い土層が表層部に出現せず、根域が深くなり、下層の土壌化学性が一定レベルにあるとき根量が多くなり、多収畑となると思われる。一方、酸性褐色森林土や火山放出物未熟土の下層土では適度の粗孔隙を維持し、根域の有効水量（*pF* 1.5～3.8）が約150mm以上を確保するため、前者ではパンプレーカーによる下層土の破碎、後者では粘質土の客土など、物理性改善技術の導入が必要と考えられた。

加えて、各土壌型の中で物理的な根域制限層が土層40cm以内に出現しない圃場を選定し、層位ごとに（10cmごとに）根量と土壌化学性を測定した結果（表26）、第1層（0～10cm）の根量はその層位の肥沃度とは明瞭な関係を示さなかった。一方、第2層（10～20cm）以下の根量はそれらの存在する層位の肥沃度、特に有効態りん酸、塩基飽和度とかなりの関連をもった。そこで第2,3層（10～30cm）における根量割合を高めるには、この層を中心に、できれば第4層（30～40cm）位まで土壌診断基準値¹⁵⁾に相当する有効態りん酸や塩基含量の確保を図ることが望ましいと推測された。なお、火山性土、酸性褐色森林土等では可溶性アルミニウムの溶出を抑制するためのりん酸施肥、カルシウム、マグネシウムの供給、あるいはpH 5.5以上の維持が必要と推定された。層位別根量割合からみると、第2層と第3層の根量をそれぞれ30～40%の範囲内に保ち、第4層の根量比を20%前後に確保しうる状態が望ましいと思われる。

根の伸長と可溶性アルミニウムとの関係については田中ら⁷⁶⁾によって指摘されているとおり、アスパラガスは低pHには比較的強いが、可溶性アルミニウムには弱く、根の伸長が抑制される傾向にあることが下層における根の分布と可溶性ア

ルミニウム含量との関係からも推測された。一般に、可溶性アルミニウムは高橋⁷³⁾の示唆するように、りん酸施用、つまり熟畑化の進む過程で減少していくものであるから、充分な肥培管理がなされていない下層ほどアルミニウムの害作用が強いと予想された。

本調査畑の化学性と土層断面の根量との関係からみると、アスパラガス畑では有効態りん酸や塩基類は表層から下層へと減少し、逆に可溶性アルミニウムは下層ほど高含量となる場合が多かった。また、横方向には有効態りん酸は植え溝付近

よりも畦間中央の方が高含量であった。そこで、アスパラガス畑における土壌化学性の実態を総括すると、表層を中心に高りん酸、高加里となっており、深さ10～30cmの主根群域の肥培管理が不十分で、カルシウムやマグネシウムが不足していると思われた。これは根群分布に対応していない三要素中心の表層肥培によって惹起された結果であり、本作物の永続的安定多収の確保には、当面、積極的なカルシウム、マグネシウムなどの土壌改良資材の導入と主根群域（10～30cmの深さ）の肥培管理が重要と考えられた。

第4章 アスパラガス畑の肥培管理

本章ではアスパラガスの若茎生産を支配する根の伸長の場合である土壌の肥培管理について検討することとした。この場合、アスパラガスの新植前の畑とすでに定植されている既成畑の改良の両面があり、それぞれの生産現場で実施可能な方法について検討した。

第1節 新植畑の肥培管理

既述のように、アスパラガス畑の肥培管理はカルシウムやマグネシウムなどの土壌改良資材の施用が不十分なため、高りん酸、高塩基土壌である

一般の野菜畑とは異なり、特に下層では低りん酸、低塩基の土壌が多い。したがって、アスパラガスの新植に当って永続的安定多収を図るには主根域となる深さ10～30cmの土層がりん酸、塩基量とも充分になるような肥培管理が必要である。そこで本節では新植前に行う、将来主根域となる下層の肥培管理について検討するため、以下の3つの試験を行った。

まず、I) 洪積土台地土（褐色森林土性疑似グライ土¹²⁾）では、将来主根域となる下層（10～40cmの深さ）でりん酸などが不足しており、同時に、物理性も不良であるため、植え溝などの肥培管理

表27 試験地の土壌条件（褐色森林土性疑似グライ土）

層 位	採取部位 (cm)	粒 径 組 成 (%)				土 性	現 地 容 積 重 (g)	真 比 重	り ん 酸 吸 収 係 数
		粗 砂	細 砂	シルト	粘 土				
1	0～18	24.3	16.5	26.5	32.5	軽塩土	104.3	2.6	728
2	18～26	7.6	16.3	35.5	40.4	軽塩土	105.6	2.4	768
3	26～35	4.7	22.1	38.3	34.7	軽塩土	131.1	2.7	600
4	35～	2.8	19.6	50.6	26.8	軽塩土	—	—	—

表28 土壌改良資材処理の土壌化学性への影響

区 別	深 さ (cm)	pH	Truog P ₂ O ₅ (mg/100 g)	塩 基 交 換 容 量 (meq/100 g)	交換性塩基 (mg/100 g)			塩 基 飽 和 度 (%)
					CaO	MgO	K ₂ O	
対 照 区	0～25	5.1	28.0	27.3	223	33.6	36.5	38
(無処理区)	25～50	5.2	9.6	24.8	254	51.5	13.6	48
表 土 処 理								
1 P, Ca	0～25	5.5	30.7	27.4	318	42.6	34.6	52
2 P, Ca	0～25	5.8	38.3	28.5	357	55.5	30.0	57
下 層 処 理								
1 P, Ca	25～50	5.5	21.2	25.6	305	57.0	13.4	55
2 P, Ca	25～50	5.7	44.5	27.0	364	67.7	13.2	62
混 層 処 理								
1 P, Ca	0～50	5.6	20.0	25.5	310	63.3	10.8	57
2 P, Ca	0～50	5.6	33.3	25.3	310	56.0	14.9	56

注：1) 採土は1977年10月4日（栽植2年目）

2) 1 P はりん酸吸収係数の2.5% (P₂O₅50kg/10a), 2 P は5% (P₂O₅100kg/10a) に相当するりん酸資材の施用, Caは炭酸苦土石灰 (300kg/10a) の施用を表す。

表29 下層・混層処理による土壌物理性の変化

区 別	層 位 (cm)	採取時の三相分布			粗 孔 隙 pF1.5 以 下 (%)	有効水孔隙 pF1.5~3.8 (%)
		気 相	液 相	固 相		
対 照 区 (無処理区)	0~10	10.3	43.8	45.9	8.5	21.1
	10~20	7.0	45.8	47.2	6.8	20.9
	20~30	4.7	45.4	49.9	3.7	10.8
	30~40	3.7	42.1	54.2	2.4	7.7
下層処理区	0~10	13.3	42.1	44.6	11.9	13.1
	25~30	4.5	44.1	51.4	3.9	14.1
混層処理区	0~10	13.6	40.7	45.7	11.3	12.7
	25~30	2.3	48.5	49.2	2.7	11.7

注：採土は1977年5月24日（栽植2年目）

法を検討する。Ⅱ）沖積土（褐色低地土¹²⁾）は理化学性の両面で洪積土に勝っているが、本土壌への有機質、りん酸資材など土壌改良資材の有効性の有無の確認をする。さらに、Ⅲ）利用しやすいパンプレーカーを用いた下層土改良法を試み、その効果を調べる。そして最後に以上3つの試験を総合的に考慮して、アスパラガス新植前の土壌肥培管理法を検討しようとした。

試験Ⅰ．洪積土台地土（褐色森林土性疑似グライ土）における植え溝処理

1. 試験方法

本試験は1976年から1980年の5か年間、北海道立中央農試は場で実施した。供試土壌は褐色森林土性疑似グライ土で、その特性は表27~29に示す。

本土壌の1~2層（0~26cm）は塩基交換容量が比較的大きく（27.3 meq/100g）、塩基に不足したが（塩基飽和度38%）、物理性は良好であった。下層土（26cm~）は固相率が高く（54.2%）、粗孔隙に乏しく（2.4%）、物理性は不良であった。

供試品種はメリーワシントン500Wで、植付け苗は前年5月には種した1年生苗を用いた。肥料にはアスパラガス用化成（N17%、P₂O₅16%、K₂O14%）を用い、10a当り、1年目N10kg（4月19日施肥）、2年目N12kg（5月23日施肥）、3年目からはN18kgを収穫終了時に全面施用した。栽植密度は畦幅180cm、株間30cmで、1976年5月1日に定植した。試験規模は1区36㎡（67株）、2連制とし、試験区別は以下に示す。

土壌改良資材（以下は土改材という）による表

試 験 区 別

区 別	処 理 層		処理資材（10a当りkg）		
	深さ（cm）	幅（cm）	りん酸(P ₂ O ₅)	苦土石灰	有機物
表 土 処 理					
① 対照区（無処理区）	—	—	—	—	—
② 1P, Ca区	0~25	180	50	300	—
③ 2P, Ca区	"	"	100	300	—
下 層 処 理					
④ 1P, Ca区	25~50	80	50	300	—
⑤ 2P, Ca区	"	"	100	300	—
⑥ 1P, Ca もみから区	"	"	50	300	600(もみから)
⑦ 1P, Ca いなわら区	"	"	50	300	600(いなわら)
⑧ 1P, Ca バーク堆肥区	"	"	50	300	2.5t(バーク堆肥)
⑨ 1P, Ca バーク堆肥2倍区	"	"	50	300	5.0t(バーク堆肥)
混 層 処 理					
⑩ 1P, Ca区	0~50	80	100	600	—
⑪ 2P, Ca区	"	"	200	600	—

土処理(0~25cm, 全面処理), 下層処理(25~50cm, 植え溝処理) および混層処理(0~50cm 植え溝)の方法は図25の模式図のとおりで, 各処理は定植前の4月28日に行い, 下層処理はバックホー(土木工事用)で表土を除いたのち, 下層処理し, 再び表土をもどした。土改材としてりん酸(苦土重焼燐)をりん酸吸収係数の2.5%(1P, P_2O_5 50 kg/10a) および5%(2P, P_2O_5 100kg/10a)相当量, 有機物はもみがら, いなわら各600kg/10a, またはバーク堆肥(C/N比28.5) 2.5および5t/10aを用いた。なお, 炭酸苦土石灰は各区の酸度矯正資材として10a 当り300kg(混層は600kg)を施用した。

上記の土改材の層別処理が土壌化学性に及ぼす影響については表土処理, 下層処理および混層処理区間で無処理区を対照として比較し, りん酸施用量の比較については表土および下層処理区間で, また, 有機物の効果については腐植の少ない下層へ, もみがら, いなわらまたはバーク堆肥を施用した区間で無処理を対照として比較検討した。加えて, 下層処理や混層処理が土壌物理性に及ぼす影響も調査した。

以上のように土改材施用による土壌物理性およ

び化学性の改善効果を調べ, さらにアスパラガスの根群分布, 経年的な生育経過・収量に及ぼす影響をも検討しようとした。

2. 結 果

(1) 土壌改良資材処理の土壌化学性への影響

炭酸苦土石灰やりん酸資材の施用1年後の効果を表28から検討すると, まず, pHは石灰資材投入によって, 表土, 下層処理ともに無処理区のpH 5.1~5.2に比べpH 5.5~5.8程度に高まり, ほぼ適当な矯正が行われた。有機態りん酸については, 表土処理区では対照区表土のTruog りん酸28mg/100gに比べ, りん酸資材施用区は30~38 mg/100gと若干高い値を示した。一方, 下層処理区では対照区下層土のTruog りん酸は約10mg/100gに対し, 1P区で21mg/100g, 2P区で44mg/100g程度に富化された。また, 混層処理区は無処理に比べpHは高まり, 有効態りん酸も2P区では高まった。

交換性塩基含量についてカルシウムでは, 土改材添加によりかなり高まった。しかし, マグネシウム含量は無処理区ですでに, 表土30mg/100g以上, 下層土50mg/100g以上あり, 土改材の施用に

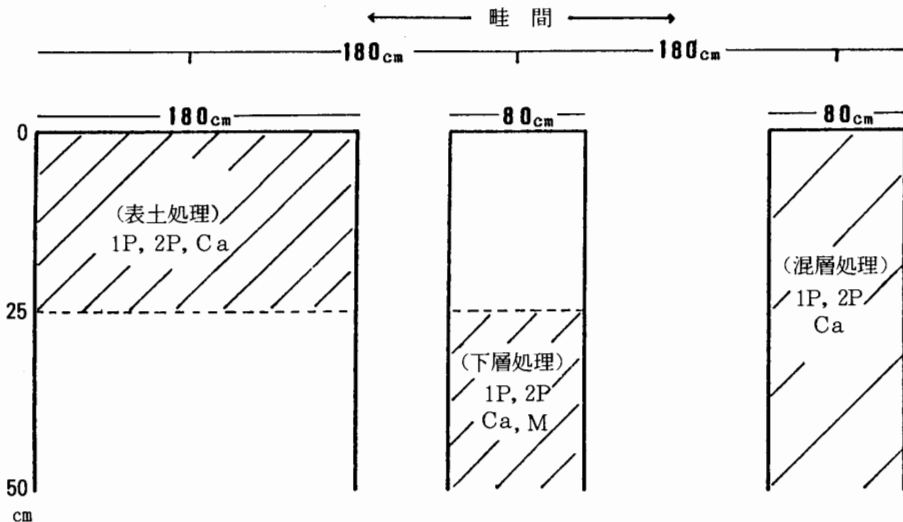


図25 土壌改良資材施用法(模式図)

- 注; 1P P吸収係数の2.5% P_2O_5 50kg/10a(混層100kg/10a)
 2P P吸収係数の5.0% P_2O_5 100kg/10a(混層200kg/10a)
 Ca 炭酸苦土石灰 300kg/10a(混層600kg/10a)
 M 有機物(もみがら600kg, いなわら600kg, バーク堆肥2.5及び5t/10a)

より若干高い値を示すのみであった。また、土改材施用3年後の土壌の化学性は表示しなかったが、pHの低下（交換性カルシウム含量の低下）、表土のTruogりん酸や加里含量の増加傾向が認められた。

(2) 下層処理による下層土の物理性改善効果

本試験畑の土壌物理性は表29の無処理区にみられるように、気相や粗孔隙に乏しく、固相優位の土壌であり、特に表土20cm以下の層でこの傾向は一層顕著であった。そこで、アスパラガス苗の新植にあたり、下層処理や混層処理を行い土壌物理

性の改善を行ったが、処理後翌春の調査によると、三相分布にしめる固相割合、粗孔隙および有効水孔隙には処理の差が明瞭には認められなかった。

一方、同時期のコーンペネトロメーター測定値をみると、図26のように、無処理区の場合は25～30cmの深さで、著しい緊密層に到達したのに比べ、下層処理や混層処理区では緊密層が下層55cm位にあって、表土下20～45cm位までは土壌密度が低く、かなり下層処理の効果がみられた。しかし、処理後2年目の秋には数値は示さないが効果は認められなかった。

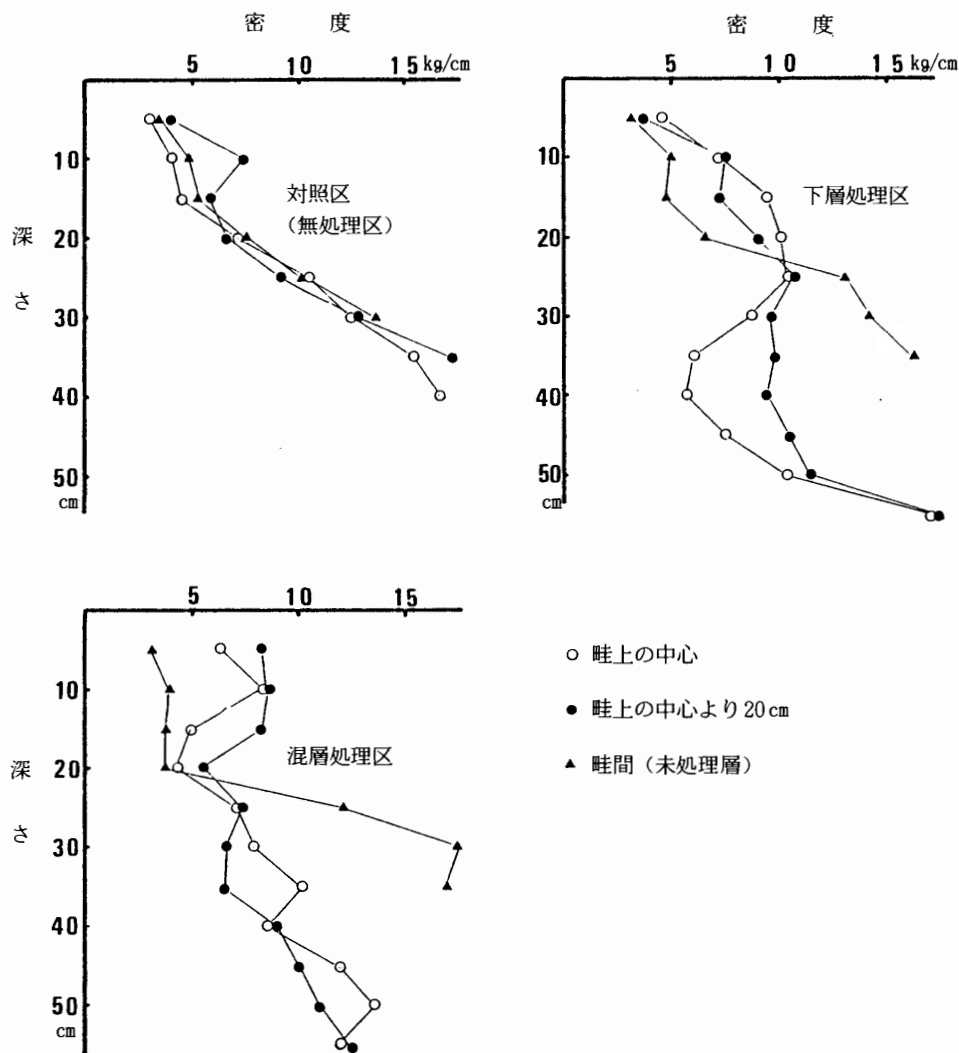


図26 コーンペネトロメーターによる土壌密度

(3) 根群の分布状況

定値5年目の根の分布調査は1辺が10cmの正方形、深さ50cmの金属製で中空のわくを地上部刈取

り後、株上から畦間中央へと連続して打込み、これを掘出したのち、表面から10cmごとに分け、各ブロックごとに根量を調査した。

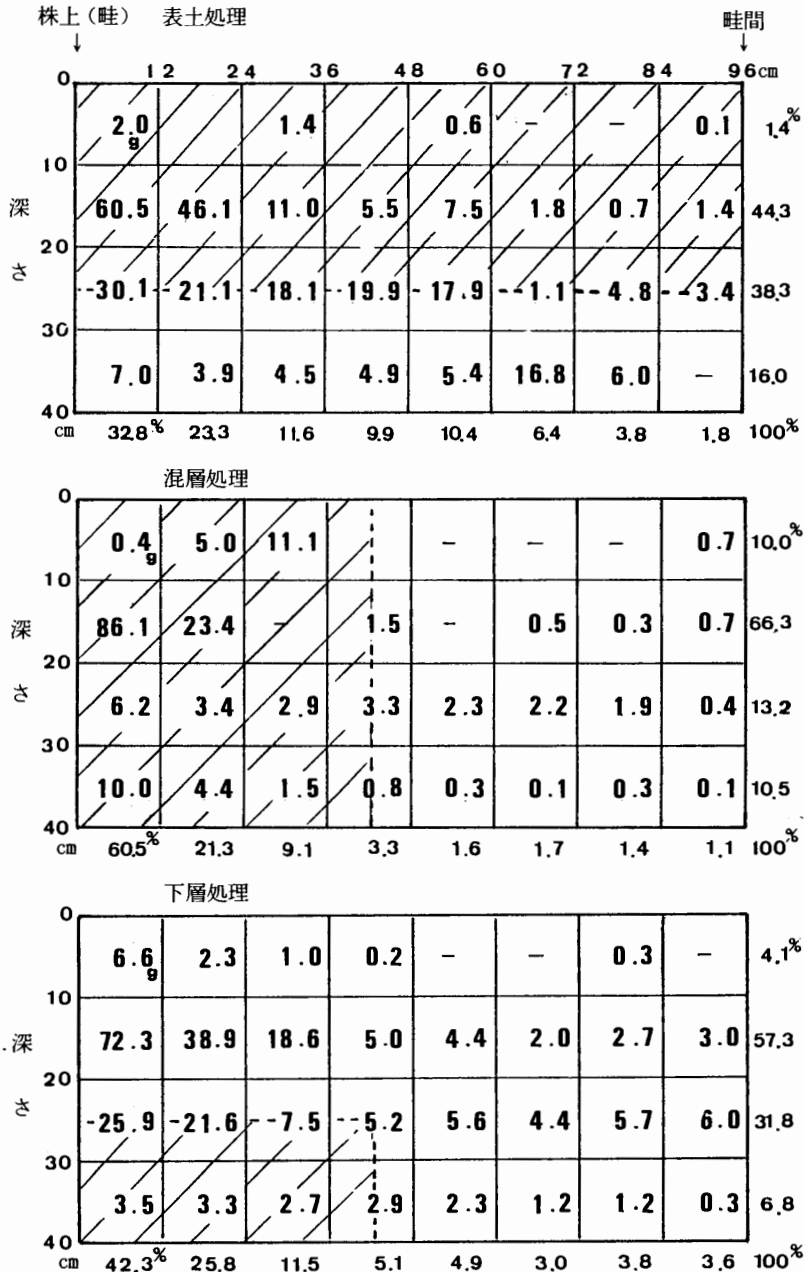


図27 土壌処理と根の分布状況 (5年生株)

注；1) 斜線部は処理層を示す。

2) 重量は新鮮物で表示 (10cm×10cm×10cm = 1 ℓ 当り)。

3) 各処理区とも1 P, Ca水準。

定植5年目には各処理区の根群はともに深さ40cm以上、横は畦間中央部に及んでおり、各処理区とも深さ10~30cmに80%以上、横は株上から40~50cmまでのところに80%以上と比較的広い範囲に分布していた。定植時の各土壌処理法と根群分布の関係は、図27のように、表土処理区と下層処理区は横に広く分布し、混層処理区は横張りがやや少ない傾向を示した。

(4) 秋の茎葉生育量の経年的推移

定植時の土壌処理効果と秋の茎葉生育量（GI = 平均草丈cm × 平均茎径cm × 1株総茎数）の経年的推移との関係を検討した。図28のように無処理区に比べて各土改材施用区（1P, Ca区, 2P, Ca区）の効果は定植年に顕著であり、数倍の生育量を示した。この差は経年的にしだいに小さくなり、3~4年目の改良効果は0~20%となった。本試験畑の場合は生育が一般に順調で無処理区でも3年目秋のGIはすでに、一般畑における中ないし多収畑の水準（GI = 1,200/株当り）に達した。

りん酸施用法の違いによるGI比の経年的な推移を図29に示す。定植年に比べ処理間のGI比の差は経年的に小さくなるが、4年目秋でもなお、りん酸施用区のGI比は無処理区に比べて、表土処理区および下層土処理区ともに大きく、かつ、りん酸施用量間では2P区が1P区に勝っている。

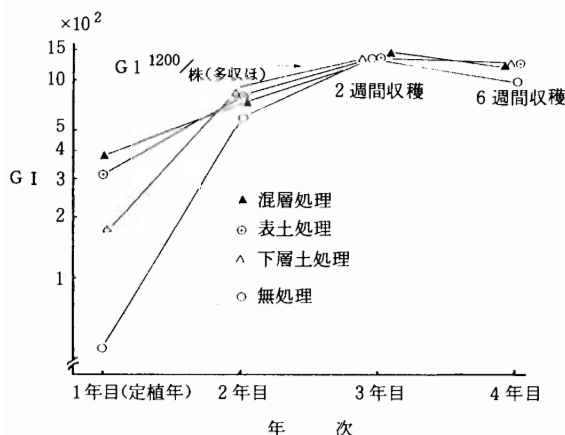


図28 土壌処理による茎葉生育量（GI）の経年的推移

注；GI = 平均草丈（cm）× 平均茎径（cm）× 1株総茎数。

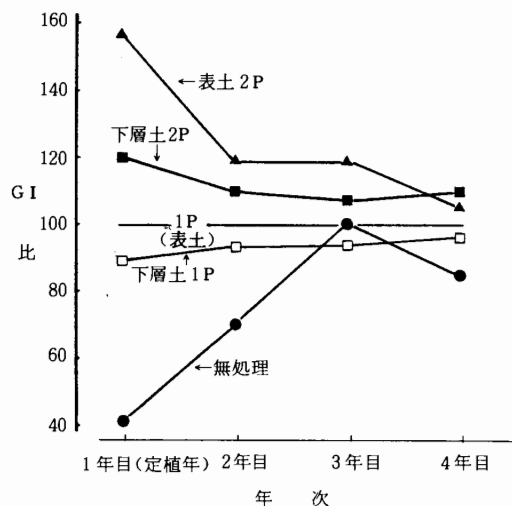


図29 りん酸施用法の違いとGI比の経年的推移

注；1）GI = 平均草丈（cm）× 平均茎径（cm）× 1株総茎数
2）無処理区を除き各区とも石灰資材を施用した。Pはりん酸を示す。

た。定植3年目秋のGI比は無処理区に比べ2P区で10~20%上回った。

次に、下層土肥培のための有機物施用区におけるGI比の推移を図30に示す。有機物の性質からみて当然のことながら、施用当初は腐熟度の進んだバーク堆肥区の生育がよく、いなわら区やもみがら区はこれより生育が劣った。しかし3~4年

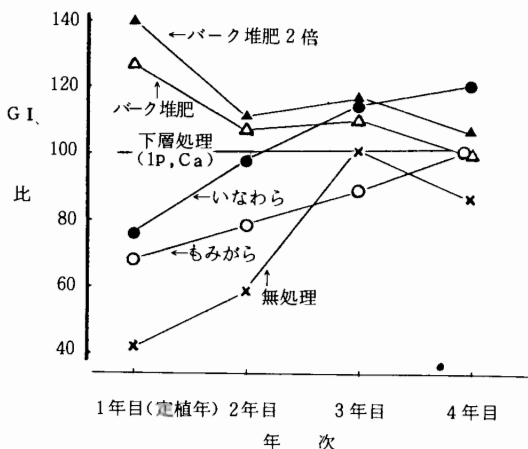


図30 下層土有機物施用によるGI比の経年的推移

注；1）GI = 平均草丈（cm）× 平均茎径（cm）× 1株総茎数。
2）有機物区はいずれもりん酸（1P）およびカルシウム（Ca）を併用。

と経過するにしたがい、いならわ>パーク堆肥>もみからの順となった。

(5) 若茎収量

アスパラガスの収穫期間はおおむね定植3年目2週間、4年目4週間、5年目からは成園ほとして8週間にわたって収穫が行われている。そこで、本試験畑では定植3年目2週間（収穫1年目）、定植4年目は前年秋（収穫1年目）のG Iが既成畑の中ないし高収畑の水準に達していたので6週間、定植5年目（収穫3年目）には約8週間の収穫期間とした。

若茎収量に及ぼす定植時のりん酸の施用効果は図31のように表土1P区では3年目まで6～8%増とはほぼ一定していたが、表土2P区では1～2年目は無処理区と大差がなく、3年目に約10%増

となった。一方、下層土1P区は初年度は20%増収を示したが、その後低下し下層土処理の効果は2P区も含め安定していなかった。

他方、下層への有機物施用効果は図32のように収穫1年目（定植3年目）には完熟パーク堆肥が対照区に比べ約10%の増収を示し、他の未熟有機物施用区およびパーク堆肥2倍区はむしろ対照区より低かった。収穫3年目にはいならわ区がパーク堆肥2倍区とともに無処理を10%上回る増収となったが、もみから区はやや劣った。

試験Ⅱ．沖積土（褐色低地土）における有機質、りん酸資材の施用試験

1. 試験方法

本試験は1975年から1979年の5か年間に、石狩町生振の石狩川下流の沖積土で実施した。供試土壌

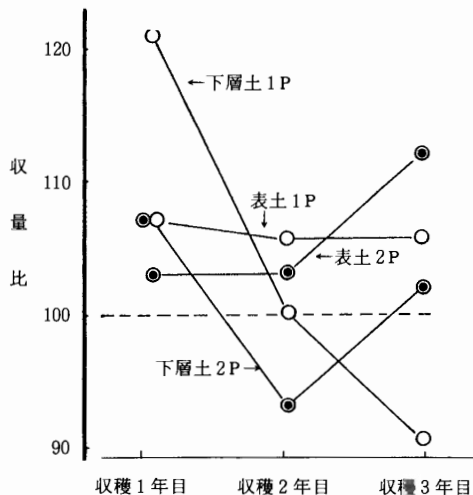


図31 りん酸施用法の違いと若茎収量比の推移

（無処理区を100として）

注：各区とも石灰資材を施用した。Pはりん酸を示す。

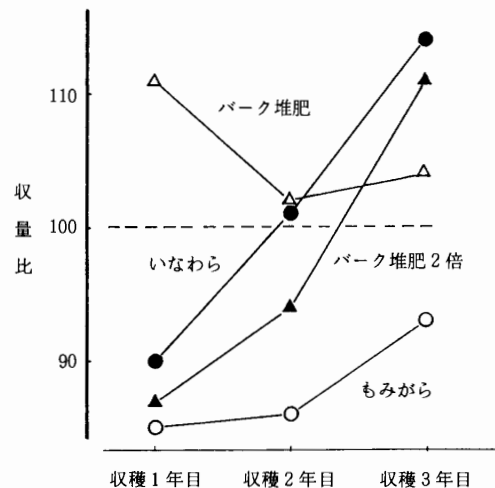


図32 下層土有機物施用による若茎収量比の推移

（下層処理、1P、Caを100として）

表30 供試土壌の理化学性（褐色低地土、沖積土）

層位	採取部位 (cm)	pH	CEC* (meq/ 100 g)	交換性塩基 (mg/100 g)			磷酸吸収 係 数	Truog P ₂ O ₅ (mg/100 g)	土 性	ち 密 度 (山中式)
				CaO	MgO	K ₂ O				
1	0～19	5.90	14.2	176	86.1	62.7	545	43.5	砂壤土	10
2	19～31	6.10	18.7	212	92.7	38.0	561	20.6	砂壤土	22
3	31～81	6.35	20.5	226	122.6	15.7	—	19.6	埴壤土	17
4	81～100	6.65	8.9	187	122.6	12.3	—	14.4	砂壤土	15
5	100～	5.30	12.8	120	92.7	9.5	—	9.8	砂壤土	12

注：*CECは塩基交換容量。

の理化学性は表30に示す通り比較的良好であった。

供試品種はメリーワシントン500Wを用い、共通肥料として10a 当りアスパラガス用化成肥料(N17%, P₂O₅16%, K₂O14%)を定植年60kg, 2年目80kg, 3年目(収穫初年目)から100kg施用した。栽植密度は畦幅250cm, 株間30cmで1975年6月(同年3月ペーパーポットは種)に定植した。

土改材は幅40cm, 深さ30cmの植え溝全体に, それぞれの資材を10a 当り①堆肥4t, ②けいふん1.3t, ③パーク堆肥700kgおよび④過りん酸石灰200kgとなるよう施用した。更に, 収穫開始の定植3年目から根株の両側へ幅30cm, 深さ25cmに同量の資材を継続施用した。収穫は初年目(定植3年目)15日間, 2年目30日間, 3年目60日間行った。試験規模は1区165㎡(220株)の2区制とした。

2. 結 果

試験は土壌の理化学性は良好であり, 隣接畑で調査⁸³⁾したアスパラガス畑における5年生株の根域の深さは1m以上に及んでいた。このような土壌肥沃度の高い土壌に与えた各種有機物やりん酸の生育, 収量に及ぼす影響を検討した結果を表31に示す。

その結果, 試験Ⅰの褐色森林土性疑似グライ土でみたと同様に, 各処理区とも, 定植翌年には無処理対照区の茎数の約50~80%増の生育量を示し, これを受けて定植3年目春の若茎収量も50~80%の増収となった。しかし, その後は効果が低減し, 5年目には収量増は10~20%にとどまった。

処理区別にみると, 堆肥区や過石多施用区(200kg/10a)で定植年から, けいふん区やパーク堆肥区は2年目から茎葉生育が良好となり, 最終的には堆肥区が最も勝った。なお, 本試験では前年秋の茎葉生育量(GI)と若茎収量との間には図33のごとく, 極めて高い正の相関関数が認められた。

表31 有機質, りん酸資材施用による生育及び収量の経年的推移

(茎葉の生育)

区 別	1年目(定植年)		2年目		3年目		4年目		5年目		
	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	茎径 (cm)
1. 対 照 区	52	5.0	113	7.4	135	9.4	139	11.3	144	13.8	1.04
2. 堆 肥 区	53	5.7	122	12.6	142	11.2	147	12.1	142	16.1	1.13
3. けいふん区	42	4.2	114	11.1	138	10.4	137	12.2	145	14.7	1.04
4. パーク堆肥区	50	5.1	120	12.0	129	9.8	136	11.6	140	15.4	1.02
5. りん酸多施肥区	51	5.6	117	13.6	132	10.6	141	12.1	146	16.3	1.04

(収 量)

区 別	3年目(収穫1年目)			4年目			5年目		
	若茎数 (本)	重 量 (kg)	同 左 比	若茎数 (本)	重 量 (kg)	同 左 比	若茎数 (本)	重 量 (kg)	同 左 比
1. 対 照 区	560	11.5	100	1,516	38.1	100	3,803	114.2	100
2. 堆 肥 区	996	20.2	175	2,062	49.7	130	4,432	134.0	117
3. けいふん区	902	16.9	148	1,851	41.7	110	4,731	127.6	111
4. パーク堆肥区	925	17.4	152	1,928	39.4	104	4,822	121.0	106
5. りん酸多施肥区	1,096	21.0	182	2,209	42.5	112	5,546	130.4	114

F検定

※※

※

N.S.

LSD 5%

3.5

4.8

注: 定植は1975年6月(は種3月, ペーパーポット)

若茎収量は220株当り(栽植密度250cm×30cm), 1977年より収穫開始。

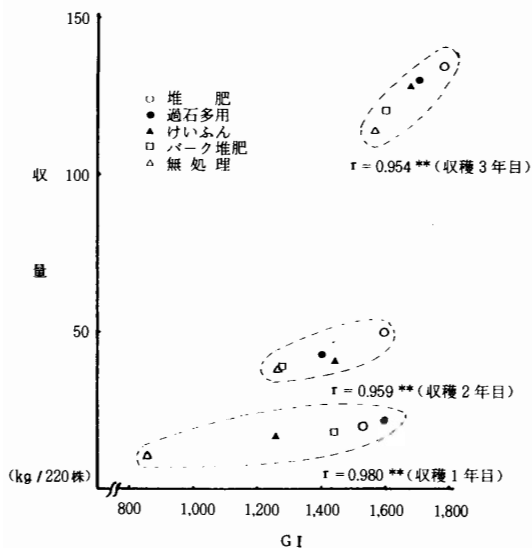


図33 秋の茎葉生育量と翌春の若茎収量との関係

注；G I は平均草丈 × 1 株総茎数で表示した。

以上のように、アスパラガスの定植年から2年目頃までの発育段階では褐色低地土のように肥沃度が高くても、堆肥やりん酸を植え溝に与え、部分的に肥沃度を高めると生育・収量に有効に作用することがわかった。

試験Ⅲ. パンプレーカーによる下層土改良試験

前述の試験Ⅰ、Ⅱではいずれも定植時の植え溝処理を中心にして検討したが、アスパラガス栽培の実態からみると、植え溝の改良と平行して畑全体の土壌改良が望ましい。特に、下層粘質の土壌では停滞水の問題なども予想される。そこで、本項では下層土の破碎が容易にできるパンプレーカーを用い、同時に、パンプレーカーのチゼルから土壌改良資材を投入する簡易土壌改良法を検討した。なお、栽植密度は普通10a 当り2,800株であるが、ここではさらに栽植本数を8,300株に増やし密植との関係についても明らかにしようとした。

1. 試験方法

本試験は試験Ⅰに隣接する圃場で5か年間(1976年より1980年)実施した。供試品種は北海100(北海道でメリーワシントン系などから選抜した優良系統¹³⁾)を用い、ペーパーポット45日育

苗の苗を1976年8月3日に定植した。

施肥量は各区同様に、化成肥料(N 15%, P₂O₅ 15%, K₂O 15%)を用い、定植年と2年目はNは10a 当り15kg, 3年目以降はN 18kgになるようにして施肥した。

試験区は対照区と土壌改良資材を施用した改良区に大別した。栽植密度は畦間120cm(グリーンアスパラガスの基準), 株間は10cmと30cmにし、対照区, 改良区とも10a 当り株数で2,800本, 8,300本とした。なお、改良区の土壌改良資材は10a 当り、過石100kg, 炭酸苦土石灰(アルカリ分53%, MgO 6%)150kgおよび腐植酸苦土肥料(アズミン)100kgを混合し、深層肥培用のパンプレーカーで、深さ40cm, 間隔120cmで格子状に走らせて深層施肥した。土壌改良処理は植付前1回とし、1区21.4㎡で3区制とした。収穫期間は初年目(定植3年目)17日間, 2年目46日間, 3年目51日間とした。

2. 結 果

対照区(2,800株/10a)を100とした各処理区の秋の生育指数(G I)比と翌年の収量比との関係は表32のようであった。同じ栽植密度の改良区と対照区のG I値を比べると2,800株では改良区が4か年平均で38%, 5年目でも41%高く、また、8,300株では4か年平均で44%, 5年目も13%と高く、下層土改良の効果が認められた。これを反映して、収量比でも同じ栽植密度間では改良区の方が高く、3か年平均で2,800株では100%増, 8,300株では約26%増、また、収穫3年目(栽植5年目)ではそれぞれ89%増, 100%増でいずれも下層土改良により収量が増加した。なお、栽植密度が大になると改良, 対照区ともにG I比, 収量比の増加を示したが、これは定植後年次の浅いことによると推定され、経年的な検討が必要と思われる。

第2節 既成畑における下層土の肥培管理

アスパラガス経年畑の低収要因の一つは土壌理化学性悪化に起因すると思われる。しかし、こう

表32 パンプレーカー土壌改良処理による生育 (G I) と収量の経年的推移 (比数)

区 別		要 因	2 年 目	3 年 目	4 年 目	5 年 目	4 か月平均 (1978~1982)
改 良 区	2,800株/10a	G I 比 収 量 比	110	135 235	179 176	141 189	138 200
	8,300	G I 比 収 量 比	234	199 341	254 224	214 270	225 278
対 照 区	2,800株/10a	G I 比	100	100	100	100	100
		G I の実数	2,400	4,490	4,240	2,090	3,305
		収 量 比		100	100	100	100
		収量の実数※		163	606	549	439
	8,300	G I 比	137	107	192	189	156
		収 量 比		364	165	135	221

注；1) G I = 平均草丈 (cm) × 平均茎径 (cm) × 畦 1 m 当り基数.

2) ※収量の実数は10a当りkg (全収量)

した経年畑の下層土改良を行うと強い断根を伴うため、その影響が心配される。そこで以下の2つの試験を実施し、試験Ⅰでは特に、下層土の養分が不足している酸性褐色森林土¹²⁾の下層土改良を行うとともに断根の影響を調べ、その後の生育・収量を追跡した。また、試験ⅡではⅠと同様の土壌で下層土改良の適正な時期および施行回数(間隔)について検討した。

試験Ⅰ. 既成畑の下層土肥培管理と生育、収量

1. 試験方法

本試験は1976年から1980年の5か年間、小樽市塩谷で実施した。土壌は酸性褐色森林土(洪積土台地土)でその化学性は表33の対照区に示す通り

である。試験規模は1区64.8㎡で2連制とし、供試品種はメリーワシントン500Wを用いた。苗はペーパーポット45日苗で、定植は1966年7月(処理時は1976年10月で10年生)で栽植密度は180cm × 30cm、1区120株で、共通肥料として毎年、若茎収穫終了時に10a当り、アスパラガス用化成(N17%, P₂O₅ 16%, K₂O 14%)を150kg (N25.5kg, P₂O₅ 24kg, K₂O 21kg)施用した。

土壌改良資材施用区については図34のように表土処理では初年目のみ、10a当り苦土重焼燐(P₂O₅ 35%) 130kg, 炭酸苦土石灰(アルカリ分53%, MgO 6%) 500kgを表層15cmに散布施用した。一方、断根を伴う溝処理は1976年10月に、株元から32cmの位置で深さ60cmまでパンプレー

表33 各土壌改良処理区における土壌化学性

(1977年秋)

区 別	採 土 部 位	pH	Truog P ₂ O ₅ (mg/100g)	交換性塩基 (mg/100g)			熱水抽出 - N (mg/100g)
				CaO	MgO	K ₂ O	
1. 対 照 区	表 土 (0~32cm)	4.30	75.0	41.7	9.6	41.2	10.8
	下 層 土 (32~50cm)	4.78	2.3	78.0	13.8	34.7	2.0
2. パンプレーカー*	—	—	—	—	—	—	—
3. パンプレーカー, P, Ca	処 理 (0~60cm)	5.00	46.7	142.8	26.0	40.5	2.0
4. トレンチャー, P, Ca	〃	5.05	42.0	133.1	23.4	46.0	3.3
5. 〃, P, Ca, 堆肥	〃	4.90	48.0	128.5	35.2	64.3	5.6
6. 表土, P, Ca	表 土	5.10	104.7	179.0	46.3	51.5	9.1

注；*第2区は単にパンプレーカーを使用しただけなので化学性は第1区とはほぼ同様。

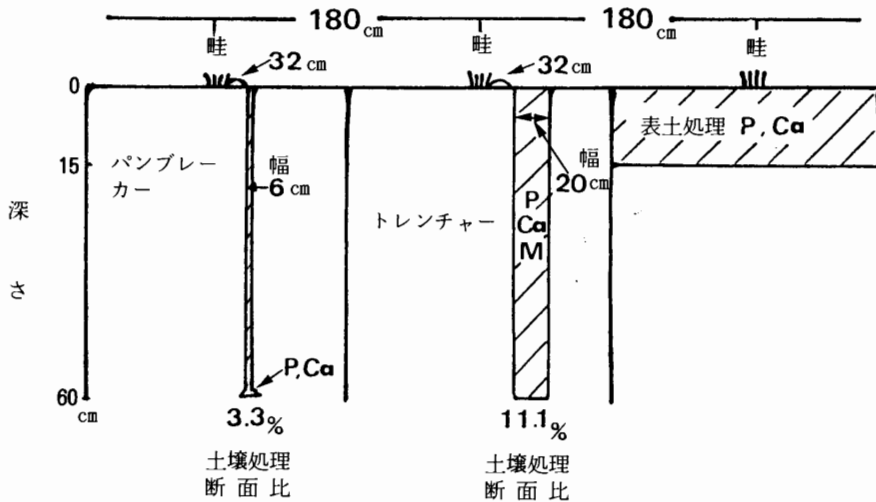


図34 表土及び溝処理法（模式図）

注；1）Pはりん酸，Caは石灰，Mは有機物を示す。

$$2) \text{ 土壤処理断面比} = \frac{6 \text{ または } 20 \text{ cm (処理幅)} \times 60 \text{ cm (処理深)} \times 100}{180 \text{ cm (畦幅)} \times 60 \text{ cm (処理深)}}$$

3) 土壤改良資材の施用位置はパンブレーカーでは底部，トレンチャーでは処理全層。

カーでは幅6cm，トレンチャーでは幅20cmで行った。施肥は10a当り，苦土重焼燐130kg，炭酸苦土石灰120kgをパンブレーカーの場合には溝底部に，トレンチャーの場合にはさらに堆肥1.2tを加え，溝全層に施用した。

試験区別は，①対照区（無処理区），②パンブレーカー区（土壤改良資材なし），③パンブレーカー，P，Ca区（りん酸と石灰資材），④トレンチャー，P，Ca区（③と同じ），⑤トレンチャー，P，Ca，堆肥区（③に堆肥を追加），⑥表土P，Ca区（表土にりん酸，石灰資材を施用）の6区とした。試験規模は1区64.8㎡，2区制とした。

収穫期間は処理後1年目14日間，2年目60日間，3年目50日間，4年目60日間で，参考区として処理後，連年60日間収穫区を設けた。

2. 結 果

(1) 土壤の理化学性

表33に示されるように試験は場における対照区の表土，下層土共にpH，カルシウム，マグネシウム含量が低く，下層土ではTruogりん酸も低かった。

土壤の改良効果を検討すると，表33に示すよう

に対照区に比べて表土処理では酸度矯正，Truogりん酸の富化および交換性塩基類の増加が認められたが，表土の改善にとどまった。一方，下層土処理では部分的改良（処理層）ではあったが，下層までpH矯正やカルシウム，マグネシウムの塩基増加とあわせて有効態りん酸の富化が確認された。更に，堆肥施用区では，交換性加里と熱水抽出性窒素の増加も若干認められた。他方，土壤物理性の一指標である土壤密度（山中式硬度計指数）はトレンチャー処理層では施工後5年目秋でも，無処理区の15～20に比べて，10とぼう軟で効果の持続性が認められた。

(2) 処理層における根の分布

対照区の根群分布（図35）は深さ30～40cmでは2.8%と極くわずかであった。一方，トレンチャー処理区では断根の影響が大きく，特に根量の多い10～20cmの部位で著しいと思われるが処理後4年たつと表34に示すごとく，30～40cmの根重比率が17～52%，20～30cmも29～46%と下層で高くなった。しかし，この処理層の根は対照区のような太い貯蔵根は少なく，吸収根ないし，それより少し太い根が主体であった。その根量は第4区の土壤改良資材単用区（りん酸とカルシウム）に比べて

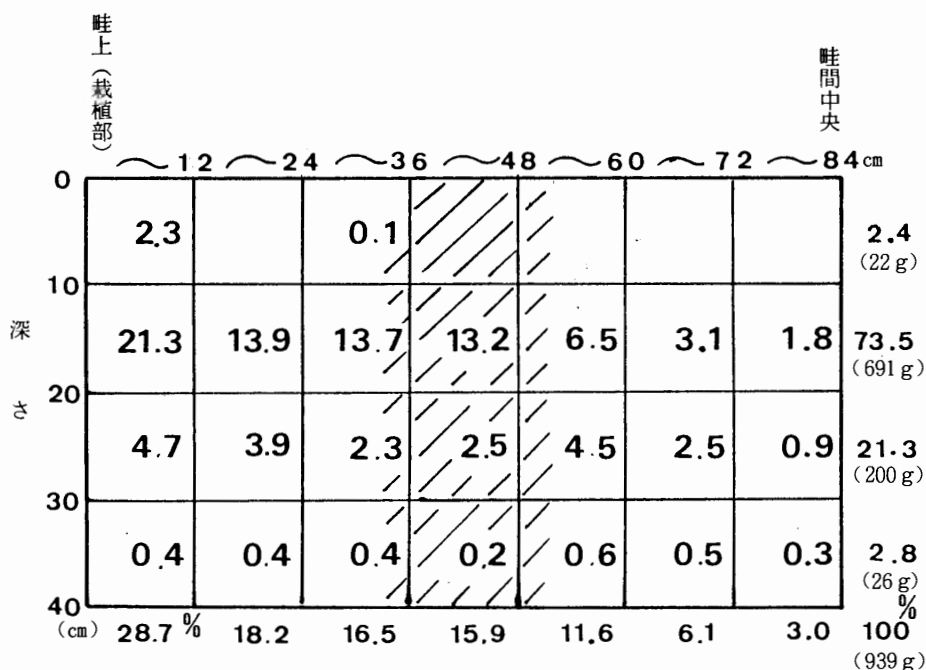


図35 対照区の根群分布状況 (1979年9月)

注：斜線部はトレンチャー処理層，() 内は根の新鮮重 (g)。

表34 土壌改良処理部分の根量 (1980年秋 - 5年目)

区 別		深 さ (cm)				合 計		処理別 重 量 の 比
		0～10	10～20	20～30	30～40	比 率	重 量	
4. トレンチャー P, Ca	比 率	2.4%	14.9	29.8	52.9	100 %	—	—
	重 量	0.4 g	2.5	5.0	8.9	—	16.8 g	41
5. トレンチャー P, Ca, 堆肥	比 率	2.0%	34.0	46.8	17.2	100 %	—	—
	重 量	0.8 g	14.0	19.3	7.1	—	41.2 g	100

注：根量は表面積100cm，深さ40cmの採土器を用いて調査した。

堆肥を混入した第5区が明らかに多く，約2.5倍であった。この傾向は土壌改良資材施用翌年(1978)秋の処理断面の観察からも明らかで，堆肥混入区の根の伸長が顕著に認められた。

(3) 土壌改良処理後の若茎収量 (1979年)

まず，既成畑で土壌改良を実施する際には強度の断根を伴うので，実施翌年の収穫期間の短縮が必要か否かが問題となる。そこで，処理翌年に収穫期間を2週間に短縮した場合と連年60日間収穫した場合の収量を処理3年目に対比してみた。処理翌年に収穫期間を短縮しない場合(表35)には1区(対照区)は10a当り，若茎総重量が約460

kg，2区(パンブレーカー処理)では約390kgと劣り，断根の影響が残っていた。しかし，処理翌年の収穫期間短縮区(表36)では1区の若茎総重量が約590kgに対し，2区では約620kgと差はなく，断根の影響は見られなかった。しかしながら，トレンチャー処理区では処理翌年に収穫期間を短縮しなくても，3年目の若茎収量は対照区と差がなく，断根の影響は顕在化せず，収穫期間を短縮すれば対照区より収量が増加し，パンブレーカー処理より勝った。

次に，処理翌年に収穫期間を短縮した各処理区の収量推移について検討した。表37のように対照

表35 土壌改良処理区の若茎収量（処理後連年60日収穫区の3年目）

（10a当り換算値）

区 別	10 g 以上		10 g 以下		基部切 除重量 (kg)	総重量 (kg)	収量比	
	本 数 (本)	重 量 (g)	本 数	重 量			10 g 以上	総 重
1. 対 照 区	16,902	308	8,412	48	108	464	100	100
2. パンプレーカー	14,362	249	8,491	51	92	392	81	85
3. パンプレーカー, P, Ca	14,997	270	14,918	84	99	453	88	98
4. トレンチャー, P, Ca	17,497	312	11,664	68	117	497	101	107
5. " , P, Ca, 堆肥	20,552	325	16,902	104	122	551	106	118
6. 表土, P, Ca	19,838	376	10,395	65	123	563	122	121
F検定	※							
LSD 5%	60							

注：1）収穫初め5月15日，終了7月14日

2）処理後も連年60日間収穫

3）基部切除重量は若茎の長さを21cmにして出荷するためカットされる部分の重さ。

表36 土壌改良処理区の若茎収量（処理後収穫期間短縮区の3年目）

（10a当り換算値）

区 別	10 g 以上		10 g 以下		基部切 除重量 (kg)	総重量 (kg)	収量比	
	本 数 (本)	重 量 (g)	本 数	重 量			10 g 以上	総 重
1. 対 照 区	21,849	395	9,906	60	138	592	100	100
2. パンプレーカー	21,293	433	6,450	39	144	616	110	104
3. パンプレーカー, P, Ca	25,460	447	14,439	86	157	690	113	117
4. トレンチャー, P, Ca	27,404	554	8,209	50	196	800	140	135
5. " , P, Ca, 堆肥	28,268	584	6,079	48	206	838	147	142
6. 表土, P, Ca	21,201	418	7,623	48	143	608	105	103
F検定	※							
LSD 5%	164							

注：1）処理後3年目の収穫初め5月15日，終了7月14日。

2）処理翌年は2週間収穫とした。

3）基部切除重量は若茎の長さを21cmにして出荷するためカットされる部分の重さ。

区に比べ，表土への土壌改良資材施用区（6区）の収量は処理翌年で約10%の増収となったが，その後，対照区との間に大きな差は見られなかった。断根を伴う下層土処理でも，パンプレーカー処理区では土壌改良資材の有無にかかわらず，1～2年目を除き対照区との間に明確な差は認められなかった。トレンチャー処理区は3～4年目で30～40%の増収となり，特に，腐熟堆肥併用区で効果が顕著に現れた。

（4）若茎収量と前年秋の茎葉生育量との関係の経年的推移

処理翌年からの若茎収量（処理後収穫期間短縮

区，表37）と前年秋のG I（表38）との双方から検討すると，対照区に比べ各土壌改良区ともに，1年目の若茎収量の減少は認められなかった。これは前年秋の処理が生育後期のため茎葉生育量（G I）に強く影響しなかったことと，収穫期間が短期（14日間）だったためと思われる。しかしながら，第1年目の秋におけるG Iは処理により断根したほとんどの区で低下し，2年目の若茎収量はそれらの区で低下するが多かった。2年目秋になると処理区に効果があらわれ，それらのG Iは対照区を上回る場合が多く，3年目の収量もパンプレーカー区以外は増加した。3年目秋の

表37 土壌改良処理区の若茎収量の経年的推移 (処理後収穫期間短縮区)

(kg/10a)

区 別	1 年 目		2 年 目		3 年 目		4 年 目	
	収 量	比 率	収 量	比 率	収 量	比 率	収 量	比 率
1. 対 照 区	45	100	476	100	592	100	572	100
2. パンプレーカー区	55	122	351	74	616	104	503	88
3. パンプレーカー, P, Ca区	67	148	320	67	690	117	535	94
4. トレンチャー, P, Ca区	52	115	417	87	800	135	740	129
5. 〃, P, Ca, 堆肥区	49	109	464	97	838	142	820	143
6. 表土, P, Ca区	50	111	499	105	608	103	568	99
収 穫 日 数	1977年		1978年		1979年		1980年	
	5月14日～28日		5. 9～7. 9		5. 15～7. 4		5. 15～7. 15	
	14日間		60日間		50日間		60日間	
F検定	※		※※		※		※※	
LSD 5% (収量)	9		60		164		95	

注：収量は若茎の総重量

表38 土壌改良処理区の秋の茎葉生育量の経年的推移

(処理後収穫期間短縮区, 1977～'79)

区 別	1 年 目		2 年 目		3 年 目	
	G I	比	G I	比	G I	比
1. 対 照 区	3,121	100	3,285	100	1,900	100
2. パンプレーカー区	2,759	88	3,318	101	1,908	100
3. パンプレーカー, P, Ca区	3,342	107	4,393	133	1,736	91
4. トレンチャー, P, Ca区	2,705	87	3,848	117	2,245	118
5. 〃, P, Ca, 堆肥区	2,491	80	4,247	129	2,339	123
6. 表土, P, Ca区	2,855	91	3,050	92	1,729	91
対 照 区	草 丈 (cm)	110	132	124		
	茎 数 (本)	33	26	17		
	平均茎径 (cm)	0.86	0.95	0.90		

注：G I = 平均草丈 (cm) × 平均茎径 (cm) × 畦 1 m 当り茎数。

G I 比と4年目の若茎収量でも同様の関係が認められた。したがって、土壌処理によって断根しても最初の年の収穫期間を短くすれば、処理から2年後にはほぼ回復し、3～4年後には若茎収量が増加し、土壌処理の効果が発揮されることが明らかとなった。この関係はパンプレーカーよりもトレンチャー処理で明らかであった。

試験Ⅱ. 既成畑における下層土処理時期と回数

1. 試験方法

本試験の処理は1976年から開始し、1980年まで、北海道立中央農試は場で実施した。土壌は褐色森林土性疑似グライ土 (グライ台地土) で、その化

学性は前項の土壌 (表27) と同様である。試験規模は36㎡, 3区制で品種は北海100 (北海道でメリーワシントン系などから選抜した優良系統¹³⁾) を用いた。

栽植密度は120cm×20cm, 1区150株で、1974年5月に定植した。各区共に化成料を与え、窒素 (N), リン酸 (P₂O₅), 加里 (K₂O) とともに定植1年目と2年目は15kg/10a, 3年目以降は18kg/10aの中, 4月下旬に3分の1を施し, 残りを収穫後に施用した。収穫期間は1年目 (定植3年目, 1976年) と2年目は各20日間, 3年目29日間, 4年目57日間および5年目60日間とした。

土壌改良処理時期と回数は萌芽期 (4月下旬～

5月上旬), 収穫終り(5月下旬~7月中旬)および越冬前(11月中旬~12月上旬)の3期で毎年(計5回)処理する系列と当初1回のみ, すなわち1976年春あるいは夏にのみ処理する系列に分けた。なお, 土壌改良資材は1976年に畦間中央に深層肥培用パンブレーカーで, 深さ40cm位まで条状に10a当り, 炭酸苦土石灰150kg, 過りん酸石灰100kg, 腐植酸苦土肥料(アズミン)100kgを共に混入施用した。毎年処理区は2年目以降土壌改良資材を用いず, パンブレーカーで畦間中央を深さ40cmまで処理した。

試験区別は①連年萌芽期(春)処理区, ②連年収穫終り(夏)処理区, ③連年越冬前(秋)処理区, ④春1回処理区(試験開始1年目のみ断根処理), ⑤夏1回処理区(④と同様)とし, ⑥対照に無処理区を設けた。

2. 結 果

(1) 根の分布状況

パンブレーカーによる毎年処理系列の処理2年後(1978年)および3年後(1979年)の両年における根量は表示しなかったが, 毎年畦間中央部をパンブレーカー処理すると2年後までは対照区より根は多くても, 3年後以降からは逆に少なくなった。この場合, 処理時期は越冬前(秋)処理の影響が少ない傾向を示した。これに対し, 当初1回のみ処理区では年次の経過と共に, 春処理の増加割合が大であった。

最終年(1980年)の調査結果を表39に示す。根の分布状態は毎年処理区では各処理時期区ともに株直下(A)の割合が高く, 畦間部(C)では対照区より少なく, 断根の影響が認められた。当初1回処理の場合には毎年処理より畦間方向への根の分布割合が高かった。また, 根量は対照区に比べ, 毎年処理区は畦間中央部処理であっても各区とも減っており, 特に, 収穫終り(夏)処理区は約55%と低い値を示した。当初1回のみ処理区では春処理区のみパンブレーカーの効果が認められ, 約1.6倍の根量を示した。

したがってアスパラガスではパンブレーカー処理により断根されると, 新根発生には時間がかかるため, 土壌改良の効果が相殺され連年処理はマ

イナスとなり, 処理には5年程度の間隔をとるのが良いと思われた。なお, 時期では夏処理が劣り, 春または秋処理が比較的に影響が少ないと推定された。

(2) 若茎収量の経年的推移

若茎収量の経年的推移を図36に示す。パンブレーカー処理による影響は連年処理区では1年目は対照区に比べ, 春処理と秋処理で減収をみたが, 2~3年目の収量は低下しなかった。しかし, 年次の経過と共にいずれの連年処理区でも根量は減少し, 若茎収量も減収の傾向を示した。これに反し, 当初1回処理区のものは対照区に比べ年次の経過と共に回復し, 特に春処理区の方が夏処理区より根量も多く, 増収傾向が顕著であった。

第3節 考 察

1. 新植畑の肥培管理法

試験Iではアスパラガス定植時における肥培管理の効果を酸性褐色森林土性疑似グライ土(洪積土台地土)で検討した。本土壌の表土(0~26cm)の塩基交換容量は大きいにもかかわらず, 塩基の供給は不足していたが, 物理性は良好であった。一方, 下層土(26cm以下)は固相優位で粗孔隙に乏しく物理性は不良で, 根の深いアスパラガスでは下層土改良が必要とみなされたが, 本土壌における土壌改良資材の植え溝施用によって, 土壌化学性の改善効果が認められた。また, 下層土の処理(耕起・破碎)による物理性改善効果もコーンペネストロメーター測定値によって認められた。

本試験畑土壌のように下層土が粘質で粗孔隙10%以下の場合には, 下層処理による物理性改善効果が処理翌年まで顕著に認められた。一方, 表土はTruogりん酸20mg/100g以上であったが, りん酸資材の要素量で50および100kg/10a(りん酸吸収係数の2.5%と5%)の添加は初期生育に対し, スターターとして有効に作用し, 生育・収量にも反映した。りん酸資材の施用位置は表土が下層土に勝り, 施用量は50kgより100kg/10aの方が収穫3年目の収量は多かった。即ち, りん酸資材の施用は下層土のTruogりん酸が10mg/100g以下と表土より低くても, 表土への施用の方が効果

表39 土壌改良処理による根の分布状況 (比率)

(1980年, 処理4年後)

区 別		1. 連年萌芽期 (5月) 処理				2. 連年収穫終 (7月) 処理				3. 連年越冬前 (11月) 処理			
		A	B	C	合計 (%)	A	B	C	合計 (%)	A	B	C	合計 (%)
深	0~10	33.9	2.5	0.5	36.9	31.5	2.1	0.8	34.4	30.9	14.4	1.1	46.4
	10~20	24.0	8.6	0.9	33.4	22.9	11.3	1.3	35.5	11.9	12.9	2.4	27.2
	20~30	10.6	7.4	1.7	19.7	10.1	5.1	1.2	16.4	6.7	6.8	2.6	16.1
	30~40	3.6	3.3	0.3	7.6	7.2	2.8	0.7	10.6	2.8	3.7	1.3	7.8
さ	40~50	1.0	1.1	0.4	2.4	1.9	1.0	0.2	3.1	1.2	1.0	0.3	2.5
	合 計	73.4	22.9	3.7	100	73.5	22.3	4.2	100	53.5	38.9	7.7	100
1株根新鮮重 (g)		1,321 g (71%)				1,023 g (55%)				1,488 g (80%)			

区 別		4. 春 1 回 処 理				5. 夏 1 回 処 理				6. 対 照 区			
		A	B	C	合計 (%)	A	B	C	合計 (%)	A	B	C	合計 (%)
深	0~10	18.6	14.7	1.3	34.6	32.5	3.6	1.6	37.7	34.4	3.5	0.2	38.1
	10~20	14.4	16.9	7.4	38.6	13.7	12.9	4.4	31.0	18.4	15.5	5.4	39.3
	20~30	7.3	6.6	4.7	18.5	5.0	7.2	2.2	14.3	6.2	5.0	4.0	15.2
	30~40	2.6	1.8	1.8	6.3	5.0	2.6	3.0	10.7	2.9	1.8	1.2	5.9
さ	40~50	1.0	0.6	0.4	2.0	2.0	2.0	2.2	6.3	0.6	0.8	0.1	1.5
	合 計	43.9	40.5	15.6	100	58.2	28.4	13.4	100	62.6	26.5	10.9	100
1株根新鮮重 (g)		2,926 g (157%)				1,414 g (76%)				1,861 g (100%)			

注: 1) 調査は各区とも4株ずつで, 新鮮重の割合で示した。

2) A; 根株を中心に20cmまでの範囲, B; 根株から20~40cmの範囲, C; 根株から40~60cmの範囲。

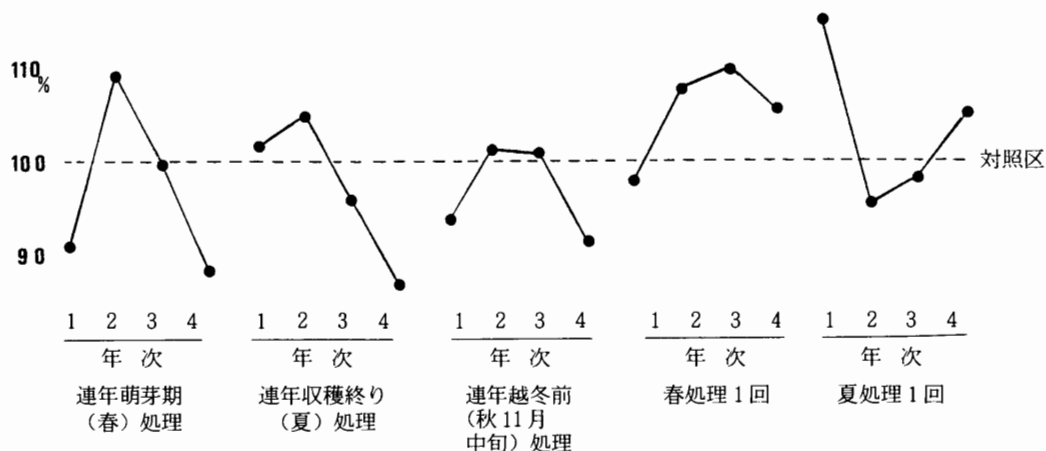


図36 土壌改良処理による年次別収量の推移 (比率)

注: 対照区を100とした。なお, 対照区の収量実数は10a当り1年目 (1976) 430kg, 2年目 (1977) 535kg, 3年目 (1978) 886kg, 4年目 (1979) 915kg。

は大きかった。表土へのりん酸資材施用は定植後も可能であるが、下層への施用は定植後、根域が経年的に拡大され断根のおそれがあり、極めて一部分にしか施用できないため、新植前に根株付近の表層とその下層に植え溝施用する方法が長期的にみて有効と考えられた。

他方、有機物の下層土への施用により土壌物理性の改善と無機成分の供給がなされるが、本試験でも腐熟度の進んだパーク堆肥(2.5～5 t/10 a)では施用当初から効果が認められ、分解の比較早いいならでも施用3年後には効果が認められた。しかし、もみがらなどの未分解有機物の多量施用(600kg/10 a)は土壌水の毛管伝導遮断あるいはもみがら分解に伴う窒素消費などのマイナス面が推定され、施用3年後までは生育・収量ともに劣った。

このように、土壌理化学性の劣る洪積土台地土ではかなり土壌改良効果が認められたが、試験Ⅱでは比較的肥沃度の高い褐色低地土で新植時の土壌改良効果を検討した。本試験地は石狩川下流の沖積土で、有効態りん酸(Truog りん酸20～40 mg/100 g)や塩基類に恵まれた土壌であるにもかかわらず、植え溝への土壌改良資材施用が、初期から生育を促進し、若茎収量へもプラスに作用した。つまり、定植時のアスパラガスは根の張りがせまいが、その後の生育量の伸びが著しいため、定植時の植え溝処理は一般にみられる野菜の育苗床土的な役割を果たすものと考えられた。これらの結果からわかるように、土壌の種類が変わっても土壌改良はアスパラガス新植時の有効な手段であった。また、有効な土壌改良資材の種類は各土壌の肥沃度で異なり、洪積土台地土のように養分の少ない土壌ではりん酸や塩基類の補給が主体となり、沖積土のように養分不足があまり問題とならない土壌では有機物資材等を主体とした土壌改良資材の施用が有効であった。同時に、土壌改良資材施用量・方法については事前の土壌断面調査(根群分布が予想される土層について)および土壌診断基準¹⁵⁾を参照する必要がある。

また、試験Ⅲで、パンブレーカー処理による簡易な下層土壌改良法についても検討した。パンブレーカーによる土壌改良は改良資材の施用部位が

根群と接触する場面に乏しいため、多くは期待できないと思われたにもかかわらず、本例ではかなりの効果が認められ、1.2 m 間隔の格子状処理が有効と考えられた。試験Ⅰのように植え溝処理を中心とした改良は、下層土が粘質で排水不良な土壌では植え溝に滞水するケースも予想された。そのため、りんご園の改良法¹⁶⁾のように、実用的には、植え溝の改良法によるだけでなく、簡易なパンブレーカーなどによる下層土の破碎を伴う処理を併用し、植え溝の滞水を防止する方法が良いと結論された。

そこで、既応の土壌改良試験結果^{22.24.25.32.77)}をもふまえて、以上の3つの試験結果から、アスパラガス畑のいずれの土壌にでも導入可能な土壌改良法をとりまとめると、①植え溝(幅40cm以上、深さ40～50cm)への施用で、りん酸資材施肥量はTruog りん酸で30～40mg/100 gになることを目標に、他の塩基類施肥量は土壌診断基準を目標にして定め、②植え溝への有機物資材施用については腐熟したもの2.5～5 t/10 a 施用が望ましいが、長期的には未分解のいならでも(600kg/10 a)でも有効であり、また、③全面土壌改良法としては簡易なパンブレーカーを用いて下層土を破碎し、深さ40～50cmの位置に土壌改良資材を施用することが有効と考えられた。このように、新植畑の土壌改良はアスパラガス畑の成園化を促進し、将来、土壌改良の困難な下層根域に対する事前の改良法として極めて有効なことが確認された。

なお、各試験とも、経年的に各処理間の差が小さくなる要因の一つは、根群域が年々拡大され、部分的な処理層の寄与率が低下したためと推定された。

2. 既成畑における下層土の肥培管理

アスパラガス既成畑の下層改良法として、パンブレーカーやトレンチャーを用いた結果を検討した。いずれの手段でも改良の対象となる土壌断面は限定されたものにならざるをえないし、ある程度の断根を伴った。試験Ⅰの結果からトレンチャー法がパンブレーカー法よりも処理断面比が多く有効であった。更に、土壌改良資材としては単に無機質の炭酸カルシウムやりん酸資材だけで

はなく、腐熟堆肥の併用が新根の再生を活発にした。今日まで腐熟堆肥の利用と発根との関係は充分に検討されていないが、草地の地力増強試験³¹⁾でも疑似グライ土の草地に対する堆肥施用は作土の有効水孔隙増加により保水力を増加し、下層への根の伸長促進をもたらすとしており、堆肥施用は従来からいわれているように肥料の利用効率を高めることの他に、土壌の物理性改善²⁹⁾の効果がある。

一方、下層処理は断根によるマイナスの影響が明らかで、これを早期に回復させるため、一つには処理後の収穫期間（通常60日間）を短くする必要があった。この収穫期間の短縮は生育状況などを充分に考慮に入れるべきであり、試験Ⅰの強断根処理（鱗芽群から約32cmのところ）では処理翌年は2週間収穫としたが、もう少し生育・収量の多い畑では収穫日数を長くすることが可能と思われた。この点、試験Ⅱは試験Ⅰよりも断根程度の少ない畦間中央（畦間120cm）のパンプレーカー処理であったが、連年処理の収量に対するマイナス影響は30日以内収穫の当初に比べ、通常収穫（約60日収穫）に入ってから顕著であった。特に低生産のアスパラガス畑での長期間収穫は経年的に収量低下を助長することは第1章でも明らかにしたところであり、生育状況に応じた適正な収穫期間の維持は大切な栽培管理条件と考えられた。

次に、下層土処理の時期については連年処理の

場合、春、秋の処理に比べて夏、つまり、収穫終了後の処理が断根によるマイナス影響が強かった。この原因として考えられるのは、春や秋の断根処理に比べて夏処理は収穫打ち切り後の茎葉繁茂を遅滞させ、よりマイナス影響が大きくなるためと思われた。そこで夏処理する場合には処理年の収穫を少なくとも1週間程度早めに終了しておく配慮が必要と推定された。また、下層土処理の回数については、試験Ⅱから明かなように、例え畦間中央で鱗芽群から50～60cm（畦幅120cm）のところのパンプレーカー処理であっても、毎年処理は明らかに若茎萌芽を減少させ、特に、収穫期間が通常の60日間収穫になると極めて明瞭な低収を示した。他方、当初1回のみの処理では経年的な処理によるマイナス影響が消失した。したがって、アスパラガス畑の下層土処理は連年施行するのではなく、少なくとも5年程度の間隔をおくとか、ホワイトアスパラガスのように180cm以上の畦間では片側処理あるいはグリーンアスパラガス畑のように畦間のせまい場合（畦幅120cm）には1畦おきに行うことが必要と推定された。アスパラガス既成畑の経年的な安定多収維持のためにはパンプレーカーやトレンチャーのような下層40cm以上に及ぶ処理のほか、主根群（表土下10～30cm）を対象にした継続的な肥培管理も必要であり、その指標は根群分布調査あるいは土壌診断結果に準拠して行ふべきものと考えられる。

第5章 総 合 考 察

北海道中央部におけるアスパラガスの発育パターンは5月上旬に萌芽し、無収穫の場合には約2～3週間で一定の草丈、茎数を確保し、以後、開花・結実をみて、10月上旬の霜により枯死するに至る。若茎収穫の場合には、萌芽開始時5月上旬から7月上・中旬までを若茎の収穫（萌芽）期間にあて、残りの期間を肥培管理を伴う茎葉生育（光合成産物の蓄積）期間としている。また、若茎を収穫しない場合には、秋までの茎葉乾物生産は10a当り、1t以上となり、若茎収穫の場合には約2分の1であった。体内無機成分との関係では、三要素のうち、窒素と加里濃度が高く、りん酸濃度は低く、部位別ではぎ葉で窒素が最も高く、主茎、側枝で加里が最も高かった。経時的な推移では茎葉部の窒素、りん酸濃度は生育に伴い低下したが、加里濃度は生育後期でも低下しなかった。茎葉部の無機成分含量は10a当り、窒素20kg、りん酸3～4kg、加里38kg、カルシウム3～4kgおよびマグネシウム5～6kgとなっており、若茎を収穫した場合には乾物生産の減少を反映し、前者の約50～60%となった。

本作物の特徴は他の野菜類に比べて、カルシウム含量が少く、カルシウム要求量は比較的低いと推定される。しかしながら、カルシウムの不足した酸性土壌では生育不良となることから、本作物が酸性土壌で溶出する活性アルミニウムに弱いことが推定され⁷⁶⁾、カルシウムを含む肥料資材を投入して酸性を矯正し、活性アルミニウムの溶出を抑制する必要がある。

次に、無機成分の供給量および供給時期がアスパラガスの生育・収量に及ぼす影響をみると、砂耕および圃場試験いずれでも、最も良く反応するのは窒素であり、ついでりん酸、加里という順になった。りん酸の減肥によるマイナス影響は砂耕条件のように供給源が培養液に限定されていても、1年目位までで、2年目からは標準施肥に近い生育を示すようになった。

各成分の供給量を検討すると、窒素は供給量が

多くなると茎葉生育が優先し、根部への光合成産物の移行蓄積が不十分となり、根量はむしろ低下した。逆に、窒素供給が限度以下の時はいずれの部位においても生育が低下したが、根量は比較的多かった。また、土壌化学性への影響は窒素多施用区で大きく、塩基の溶出による土壌の酸性化を早めた。ほ場試験を継続した結果をみると、10a当り、窒素20kg程度の連年施用が望ましいと推定された。りん酸は窒素について施肥反応が大きい、ほ場条件でりん酸が一定水準（ Truog りん酸 $20\text{mg}/100\text{g}$ 以上）が保持されている場合には増肥効果は認められず、多量施用の継続によって土壌表層へのりん酸蓄積をまねき、生育面ではマイナスに作用する傾向さえうかがわれた。加里は最も施肥反応がにぶく、多施用による表層への蓄積は生育・収量面でマイナス傾向がみられた。特に、マグネシウムとのバランスを考慮する必要がある。りん酸、加里の適正施用量は試験結果から10a当り、両成分とも10～15kgと判断された。

一方、窒素供給時期を砂耕法によって検討した結果、全生育期間にわたり窒素供給した標準区に対し生育後期に窒素供給を停止した区がやや低収となった。このことから窒素の供給方法としては、生育初期から中期のみならず、生育後期にも窒素を供給することが望ましいと思われた。実際の場面でも、生育後期に窒素栄養を維持するように、有機物施用、窒素の追肥などを考える必要がある。

次に、アスパラガス若茎収量は根中貯蔵物質含量、収穫期間および気象条件などによって左右されるが、これらの要因のうち、前2者は密接な関係があった。つまり、若茎収穫は根中の貯蔵物質の一部を取り出すことであり、若茎収穫切り時期と根の貯蔵物質の残存量が密接に関連し、これがその後の茎葉生育量、ひいては次年の収量に深くかわりあっている。この関係を整理すれば、若茎収量（若茎収穫期間の長短）→茎葉生育量（栄養成長期間）→根量（貯蔵物質）→次年の若茎収量という連鎖関係となる。標準収穫期間を60日、

長期75日、短期45日として収穫5年目の結果を中心に検討すると、収穫後の茎葉の生育指数比（GI、収穫5年目）並びに根量比は60日どりの100に対し、75日どりはそれぞれ約40と80、45日どり約190と216となり、また、貯蔵根中の全糖濃度の収穫期間中における低下程度も75日区で著しかった。これを反映して、5年目の若茎収量比は標準60日どり100に比べて75日どりは34%に低下したが、45日どりは標準区なみであった。

これらの結果から、北海道中央部における若茎の収穫期間は5月上旬収穫初めとして60日以下、7月上旬で打ち切るのが適切であると考えられ、現行の収穫長期化を抑制していく栽培指導方針の必要性が明らかになった。さらに、根中糖度の簡易診断法として、屈折糖度計によるBx値を用いると収穫終了時12.2、晩秋（初霜時）21.8、収穫初め18.0が一応の標準目安になると思われた。

次に、現地のアスパラガス畑の土壌化学性につ

いてみると人為的な肥培管理に影響され、主として表層へのりん酸および加里の蓄積傾向がみられる。一方、カルシウムなどの不足（低pH）が特徴としてあげられる。これは土壌改良資材の施用が少なく、三要素化学肥料のみの多施用に基づくものである^{68,71)}。

また、アスパラガス畑の深さ40cmまでの根群分布を調査した結果、表層0～10cmには10%以下と少なく、深さ10～30cmの層にその70～80%が存在した。このような根群分布特性にもかかわらず肥培管理は根の少ない表層のみに行われているため、根の分布の多い深さ10～30cmの土層の土壌型による肥沃度の違いがアスパラガスの若茎収量に大きく反映していると思われる。事実、若茎収量は褐色低地土（沖積土）が最も高く、以下、褐色火山性土（ローム質火山性土）、未熟火山性土（粗粒質火山性土）、火山放出物未熟土および酸性褐色森林土（洪積土）の順に低くなることが判った。

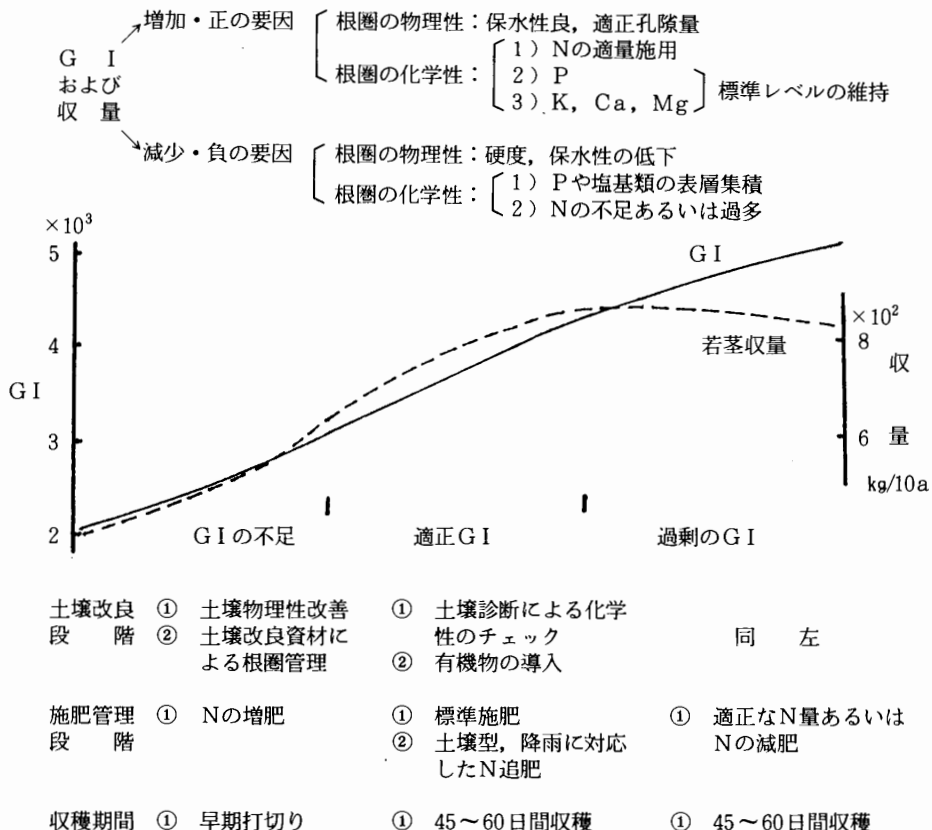


図37 秋の茎葉生育量（GI）および若茎収量増加に対応した諸対策

注：GIは平均草丈（cm）×平均茎径（cm）×畦1m当り総茎数（畦幅1.8m）

この中で、物理的に根の発達を抑制する土壌密度26～27（ち密度：山中式硬度計示度）の土層が主に酸性褐色森林土の下層20～30cmの深さにみられ、また、保水性の不足（過剰孔隙：粗孔隙35%以上）が火山放出物未熟土でみられた。化学性では、土壌酸性下で溶出する活性アルミニウムによる根の伸長阻害が火山性土および酸性褐色森林土の一部で推定された。

以上、本試験で得られた結果から、実際のアスパラガス畑の土壌改良法を考察すると次のようである。まず、第1に定植後の土壌改良がむずかしい根域については新植時に植え溝を中心として行うことである。試験結果をみると、物理性の改善にはパンブレーカーやバックホーが有効であり、化学性の改良には腐熟有機物の投入および土壌診断にもとづく土壌改良資材の施用が極めて有効であった。新植時の土壌改良効果は土壌理化学性の劣る酸性褐色森林土などで大きい、比較的肥沃度の高い褐色低地土でも良好な結果が得られ、若齢期で根圏の小さい時には一般野菜でみられる育苗床土的な効果が期待できるようである。いずれにせよ新植時の土壌改良は成園化を促進し、初期の若茎収量を増加させると思われる。

第2に、既成畑の改良によっても一定の成果は得られるが、処理後は若茎収穫期間を短縮して断根のマイナス影響を軽減する必要がある。この他に、既成畑の改良にあたっては根群分布をよく調査し、根域に対応した土壌改良資材の投入、特に、良質有機物を投入することが有効であった。また、処理は毎年行わず、5年に1回位がよく、処理時期は生育の盛んな夏に行うと断根の影響が大きく、その後の茎葉生育を低下させるので、春または秋の生育停滞期処理の方がマイナス影響は少なかった。

第3に、既成畑における肥培管理については従来は表層施肥で対応してきたため、施肥成分が表層に集積する傾向が認められた。こうした欠点を改良するための根圏施肥についても、現在、著者らはペースト状の肥料を根圏に注入する方法を試み、成果を確認している状況にあり²⁰⁾、これらが今後の新しい施肥技術になるものと期待している。

以上の結果から、若茎の安定生産には適正な周年的栽培管理が必要であるが、秋の茎葉生育量増加および若茎収量増加に対応した諸対策を図37に示し、まとめとした。

第6章 摘

要

アスパラガスの合理的肥培管理方法を確立することを目的として、研究調査を行ったが、得られた結果を要約すると以下のとおりである。

1. 養分吸収特性

(1) 窒素とりん酸濃度(乾物重当り)は生育に伴って低下したが、加里濃度は生育後期にはむしろ増加した。三要素間の比較では窒素、加里濃度が高く、りん酸濃度は低かった。部位別では、ぎ葉で窒素濃度が高く、主茎、側枝で加里濃度が高かった。カルシウム、マグネシウム濃度は低く他の野菜類に比べても低かった。

若茎収穫区に比べ無収穫区の方が茎葉生育量が勝り、茎葉部の無機成分含量も多かった。無収穫区では10a当り茎葉部の無機成分含量は窒素20kg、りん酸3～4kg、加里38kg、カルシウム3～4kgおよびマグネシウム5～6kgとなり、収穫区ではそれぞれ前者の50～60%の含量となった。

(2) 砂耕法によると窒素倍量区は窒素標準区と茎葉生育量は大差ないが、根の生育は逆に低下し、窒素1/3区では茎葉および根の生育ともに低下した。りん酸も1年目は倍量区で標準区より茎葉生育量が多いが、2年目からは1/4区でも十分な生育量を示した。

は場における三要素に対する反応も砂耕法の場合とはほぼ同傾向で、窒素は定植時から10a当り20kg程度で良く生育し、りん酸、加里は一定水準の肥沃土壌では標準あるいは幾分減肥した10a当り10～15kgでも十分な生育量が得られた。

(3) 砂耕法によって窒素供給時期の影響を調べた結果、生育初期および中期に窒素供給を停止しても、その後の窒素供給により生育・収量は生育全期間窒素供給区に追いついた。しかし、生育後期に窒素供給を停止すると生育・収量ともに劣り、窒素供給の必要性が認められた。

2. 若茎収穫期間と生育・収量および貯蔵根中の炭水化物濃度との関係

(1) 連年45～60日収穫区では安定した収量が得られた。隔年60日収穫区でも根中の全糖濃度は高く推移し、収穫休止翌年には連年60日収穫区に比べ30%の若茎収量増となった。75日の長期どりは2年目の収穫開始時から根中の全糖濃度低下が著しく、収量もかなり減少した。根中の適正な全糖濃度の推移を知る簡易法として、屈折糖度計によるBx値の測定を試みたが、Bx標準値は収穫終了時12.2、晩秋(初霜時)21.4、収穫初め18.0であった。

(2) アスパラガスの茎葉生育指数($GI = \text{平均草丈cm} \times \text{平均茎径cm} \times \text{単位当たり茎数}$)と若茎収量との間には高い正の相関関係のあることが確認された。5年目の結果では、60日収穫区のGI比100に対して75日の長期どりのGI比は39、45日の短期収穫では188、隔年60日収穫では145となった。

(3) 窒素およびりん酸濃度は60日収穫に比べて、75日の長期どりで、若茎、茎葉および根部ともに低下し、45日の短期どりや隔年60日どりでは高まる傾向を示した。各成分の含量は体内濃度と生育量を反映し、収穫期間の短い区ほど多くなった。

(4) 根の分布はいずれの場合も株を中心に深さ10～30cm、幅80cm以内に多かった。60日どりの根量100に対する75日の長期どりの根量比は80、隔年60日どりで160、45日どりは216であった。

以上の結果、アスパラガス若茎収穫は毎年45日ないし60日間の一定期間内に抑制することにより安定生産が可能と思われた。

3. 土壌の理化学性と根群分布並びに若茎収量との関係

(1) アスパラガス畑の土壌実態調査および収量調査によると、収量は土壌型に左右され褐色低地土(沖積土)で最も高く、ついで褐色火山性土、未熟火山性土、火山放出物未熟土および酸性褐色森林土(洪積土)の順であった。いずれの土壌型

においても根は表層0～10cmに少なく、その下層10～30cmに70～80%の根の分布がみられた。

(2) 主根域となる土層の土壌化学性は、褐色低地土に比べて収量の劣る火山性土や酸性褐色森林土では土壌診断基準値内に入る割合が少なく、低pHで有効態りん酸や塩基類の不足のところが多かった。

土壌物理的な根の伸長阻害要因としては酸性褐色森林下層が密度の高いことや火山放出物未熟土下層で粗孔隙(pF 1.5以下)が過剰(35%以上)なことなどが認められた。粗孔隙は10～25%の範囲で根群の発達は良好であった。

4. 新植畑および既成畑の肥培管理

(1) 新植畑の肥培管理は理化学性の劣る酸性褐色森林土(洪積土)では勿論、褐色低地土(沖積土)のように肥沃度が高い土壌でも効果があり、処理により定植時から生育が旺盛となり成園化を早めると同時に、若茎収量を増加させた。肥培管理法としては、①りん酸などの植え溝肥培によりTruog りん酸を30～40mg/100gのレベルに保ち、②腐熟した有機質資材を2.5～5 t/10a与える

とよいが、いなら600kg/10aでも年がたつと有効なことが確認された。③全面改良法としてパンブ

レーカーを用い、深さ40～50cmにおよぶ下層への土壌改良資材の施用も有効で、下層土の物理性改善に寄与した。

(2) 既成畑の主根域を対象とした肥培管理はかなりの断根を伴うが、処理後に若茎収穫期間を短縮すれば、3年目位から効果が認められた。処理時期は春が望ましく、方法として、トレンチャーを用いるときは鱗芽群から30～40cm離し、表層から深さ40～50cmまで土壌改良資材を施用し、パンブレーカー処理では鱗芽群から50cm離し、深さ40～50cmの処に土壌改良資材を施用する。土壌改良資材はりん酸やマグネシウム、カルシウムのみでなく、完熟堆肥を加えると根群伸張を促し、極めて有効であった。

以上のように、長年にわたり高い若茎収量を維持するには、収穫期間を45～60日にとどめ、茎葉生育量や土壌肥沃度の推移を診断して、土壌の肥培管理をすることが必要と思われる。

謝

本論文の取りまとめに当っては、東京農業大学教授岩田正利博士に終始懇切なるご指導をいただき、さらに本稿のご校閲を賜った。また、東京農業大学教授麻生末雄博士、同嶋木翠博士および北海道大学農学部教授八鍬利郎博士には本稿のご校閲をいただき有益なご助言を賜り、北海道大学名誉教授田村勉博士には取りまとめへの有益なるご助言とご激励をいただいた。ここに深甚なる謝意を表する。

北海道立中央農業試験場長岩淵晴郎博士にはこの研究の端緒を賜り、ご指導をいただいた。また、元道立滝川畜産試験場長奥村純一博士、道立中央農業試験場園芸部長三木英一氏には研究上のご援助を賜り、道立上川農業試験場長仲野博之氏には

辞

ご激励とご援助を賜った。ここに心から謝意を表する。

研究遂行時に道立中央農業試験場化学部土壌肥料科に在籍した相馬暁博士（現道立中央農業試験場農芸化学部主任研究員）、関口久雄氏（現道立中央農業試験場稲作部科長）、赤司和隆氏（現道立中央農業試験場農芸化学部研究員）には研究上のご協力並びにご助言をいただいた。さらに、元道立中央農業試験場園芸部山谷吉藏氏（現ホクレン主任技師）、北海製缶詰研究所長佐藤滋樹氏、同所山吹一芳研究員には共同研究者として、また、元北海道アスパラガス協会山川潔氏には絶大なるご協力をいただいた。

以上の各位に対し深甚なる謝意を表する。

引用文献

- 1) 赤羽紀雄：りんご及びぶどうの凍害に関する研究。北海道立農試報告，9，1-47 (1961)
- 2) 赤司和隆，平井義孝，岩淵晴郎，窒素供給期間の差異が春播きタマネギの生育収量及び球形に及ぼす影響。北海道立農試集報，37，45-55 (1977)
- 3) 番場広治，大久保隆弘：畑作物の根系分布と収量の相互関係。第2報，畑水稻および陸稲の根系分布に対するマルチ資材，播種期および栽植密度の影響。日作紀，49 (2)，184-190 (1980)
- 4) Brasher, E. P: Effects of spring, summer and fall cutting of asparagus on yield and spear weight, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67, 377-383 (1956)
- 5) 土壌養分測定法委員会編：土壌養分分析法。養賢堂，東京 (1970)
- 6) Ellison, J. H., D. F. Scheer and J. J. Wagner: Asparagus yield as related to plant vigor, earliness and sex, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75, 411-415 (1960)
- 7) Ellison, J. H., O. Horward and D. F. Scheer: Yield related to brush vigor in asparagus, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73, 339-344 (1959)
- 8) 林 英明，平岡 達：アスパラガスのほう芽性に関する研究。(2) 低温処理ならびに各種生長調節物質処理が根株のほう芽と若茎の生長におよぼす影響。神奈川県農総研報告，124，15-22 (1983)
- 9) 平沢文人，鎌田嘉孝，翠川道夫：アスパラガス定植時における有機物の施用効果。長野県野菜花き試報告，2，43-50 (1982)
- 10) 北海道アスパラガス協会編：アスパラガスの栽培に関する試験成績集。88-93 (1976)
- 11) 北海道農務部：野菜関係資料。(1986)
- 12) 北海道土壌分類委員会編：北海道の農牧地土壌分類第2次案。北海道立農試資料，10，1-78 (1979)
- 13) 北海道農務部：昭和56年度普及奨励ならびに指導参考事項。50-53 (1981)
- 14) 北海道農務部：土壌および作物栄養の診断基準(分析法)。(1982)
- 15) 北海道農務部：土壌および作物栄養の診断基準。(1983)
- 16) 北海道立中央農業試験場編：リンゴ園の排水並びに下層土改良に関する試験。(1976)
- 17) 北海道立中央農業試験場化学部編：昭和53年度土壌肥料に関する試験成績書。2-47 (1978)
- 18) 北海道立中央農業試験場化学部編：昭和56年度土壌肥料に関する試験成績書。4-46 (1981)
- 19) 北海道立農業試験場編：総合助成試験成績書，アスパラガス畑の土壌改良による永続多収技術の確立に関する試験 (昭和55年度)。(1981)
- 20) 北海道立農業試験場，北海道農務部編：農業試験会議資料，アスパラガスに対する「有機機尿素液状複肥料」(ペースト肥料)の施用効果試験 (昭和60年度) (1986)
- 21) 石塚喜明，田中 明：水稻の栄養生理。養賢堂 (1963)
- 22) 岩淵晴郎，佐藤辰四郎，平井義孝：不良下層土の混層が作物の生育，収量におよぼす影響。北農，36 (8) 23-37 (1967)
- 23) 岩田正利，森田 勇，本多藤雄：窒素供給期間の差異がタマネギの生育，収量に及ぼす影響。園学雑，28，96-108 (1959)
- 24) 川村秋男，古賀 汎，山崎清功，氏家 勉：ミカン園土壌の生産力要因の解析。(その3) 徳島県勝浦地区のユズ台温州ミカン園土壌について。四国農試報告，22，1-25 (1970)
- 25) 菊地晃二，関谷長昭，横井義雄，稲村裕文：十勝火山性土の改良に関する調査研究。第3報，心土肥培耕の効果について。北農，43 (2) 1-23 (1976)
- 26) 菊地晃二：十勝地方における土壌類型区分図とその土壌改良対策への応用。北海道立農試報告，第34号 (1980)
- 27) 小餅昭二：種子の温度処理に関する研究。(第1報) アスパラガス種子の発芽に及ぼす温度処理の効果。北海道農試彙報，70，42-55 (1956)
- 28) 小餅昭二：種子の温度処理に関する休眠性と発芽温度の変化。北海道農試彙報，73，9-19 (1957)
- 29) 久保田徹：作土の構造維持に対する有機物施用の効果。土肥誌，42，7-11 (1971)
- 30) 松原幸子，益田忠雄：促成栽培で生産されたアスパラガスの収量と品質。岡山大学農学部学報，64，7-14 (1984)
- 31) 三木直倫，高尾欽弥，大崎玄佐雄：草地更新に際する土壌肥科学的諸問題。第4報，堆肥多量施用が根域に及ぼす影響。日本土壌肥科学会講演要旨集，238 (1981)
- 32) 三好 洋：根群発達の良い土壌条件からみた畑地の有効土層の検討。第1報，畑土壌生産分級のための指標の再検討と千葉県畑土壌の生産分級。土肥誌，43，92-97 (1972)
- 33) 森 英男，山崎利彦：りんごのN栄養に関する研究。第2報，時期別N供給制限がりんご樹の生育，果実の形質並びに無機養分の吸収に及ぼす影響。東北農試研報，13，80-92 (1958)
- 34) 森 英男，横溝 久，巢山太郎，熊谷征文：りんご

- のN栄養に関する研究。第5報，砂耕法によるりんご樹に対する供給時期の影響。園芸試験場報告C，1，47-61（1963）
- 35) 内藤恭典：グリーンアスパラガスの密植による早期成園化栽培。農業および園芸，57（5），693-696（1982）
- 36) 中道謹一，三好英晃：グリーンアスパラガスの鮮度保持に関する研究・貯蔵温度，包装形態が鮮度におよぼす影響。香川県農試研究報告，34，（1982）
- 37) 中山利彦：北海道における水田土壌の特質とその生産性に関する研究。北海道立農試報告，第16号（1986）
- 38) 成田武四：北海道農作物病害総覧。p.380（1980）
- 39) 日本施設園芸協会：施設園芸ハンドブック。p.387（1981）
- 40) 農林水産省北海道統計情報事務所：北海道農林水産統計年報（農業統計市町村別編）昭和60～61年。（1986）
- 41) 農林水産省北海道統計情報事務所：北海道農林水産統計年報（青果物編）。（1986）
- 42) 農林統計協会：ポケット園芸統計（昭和59年版）農林水産省統計情報部園芸統計課監集。（1986）
- 43) 奥村純一：天北地方に分布する各種土壌とそれに対応する草地造成，管理の基本方式。北海道立農試報告，第22号（1973）
- 44) 坂本宣崇，奥村純一：晩秋から早春にかけての牧草の生育特性と肥培管理。第1報，秋期の刈取り時期が翌春の収量に及ぼす影響。北海道立農試集報，28，22-32（1973）
- 45) 坂本宣崇，奥村純一：牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究。3，越冬前後の肥培管理が2番草生育に及ぼす影響。北海道立農試集報，43，12-23（1980）
- 46) 作物分析法委員会編：栽培植物分析測定法。養賢堂，272-339（1975）
- 47) 佐藤 洋，原田 隆，八嶽利郎：アスパラガスの形態形成に関する研究。（8）若茎各部位の組織培養における器官形成。北海道大学農学部邦紀，14（1），76-89（1983）
- 48) 佐藤滋樹，山吹一芳：アスパラガスの育苗試験。（第3報）苗の大きさが収穫時期におよぼす影響について—その後の経過について—。北海道園芸研究談話会報，10，50-51（1977）
- 49) 佐藤辰四郎：根圏土壌の化学性と牧草生育。北海道土壌肥料通信，第21回シンポジウム特集号，23-32（1975）
- 50) 沢田英吉，八嶽利郎，岩城 昇：アスパラガスの栽培に関する研究。（第1報）苗の定植に関する2,3の試験成績Ⅰ。農及園，35（4），719-720（1960）
- 51) 沢田英吉，八嶽利郎，岩城 昇：アスパラガスの栽培に関する研究。（第2報）苗の定植に関する2,3の試験成績Ⅱ。農及園，35（7）1165-1166（1960）
- 52) 沢田英吉：アスパラガス。蔬菜生産技術5，誠文堂新光社，37-78（1962）
- 53) 沢田英吉，田村 勉，八嶽利郎，原田 隆，今河茂，山本茂雄，佐藤滋樹，山吹一芳：アスパラガスにおける雄性系統の育成に関する研究。（1）超雄株（MM）の選抜系統の試作について。北海道大学農学部農場研報，23，41-49（1983）
- 54) 沢口正利，野村 琥：小豆品種の生育特性と窒素吸収の比較。北海道立農試集報，43，1-11（1980）
- 55) 関口昭良，南 峰夫：アスパラガス茎枯病の防除に関する研究。長野県野菜花き試報告，3，39-44（1983）
- 56) Shelton D. R. and M. L. Lacy：Effect of harvest duration on yield and on depletion of storage carbohydrates in asparagus roots, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105（3），332-335（1980）
- 57) 相馬 暁，岩淵晴郎：北海道・道央地区におけるタマネギ栽培土壌の実態と問題点。北海道立農試集報，45，17-26（1981）
- 58) 相馬 暁，多賀辰義，石井忠雄，平井義孝，岩淵晴郎：北海道・道央地区における野菜栽培土壌の実態とその問題点。北海道立農試集報，44，25-36（1980）
- 59) 相馬 暁，森 博，保里久仁於：北海道における野菜栽培土壌に対する土壌診断技術確立に関する研究。第2報，南空知地区のタマネギ畑の実態と問題点。北農，48（5），9-33（1981）
- 60) 鈴井孝仁，鎧谷大節：アスパラガスの褐色菌核根腐病について。北海道農試集報，82，60-71（1963）
- 61) 鈴井孝仁：アスパラガスの紫紋羽病の発生様相とその推移について。北海道農試集報，83，78-86（1964）
- 62) 多賀辰義，岩淵晴郎，山吹一芳，佐藤滋樹：アスパラガスの若茎収穫と貯蔵根中の炭水化物組成の変異について。土肥学会北海道支部大会要旨，235（1978）
- 63) 多賀辰義，岩淵晴郎：北海道有珠山噴火に伴う降灰被害アスパラガスの生育推移について。園芸学会54年春季大会発表要旨，210-211（1979）
- 64) 多賀辰義，岩淵晴郎，山吹一芳，佐藤滋樹：アスパラガスの生育に及ぼす環境要因の解析Ⅰ。若茎収穫期間の長・短と貯蔵根中の炭水化物濃度及び収量。北海道立農試集報，43，63-71（1980）
- 65) 多賀辰義，関口久雄，岩淵晴郎：アスパラガスの生育に及ぼす環境要因の解析Ⅱ。土壌型の特性と生産性，特に根群分布と土壌肥沃度との関係。北海道立農試集報，47，66-77（1982）
- 66) 多賀辰義，関口久雄，：アスパラガスの生育に及ぼす環境要因の解析Ⅲ。生育相および養分吸収に及ぼ

- す窒素供給時期の影響。北海道立農試集報, 52, 25-30 (1985)
- 67) 多賀辰義: 北海道におけるアスパラガス栽培上の諸問題Ⅳ。アスパラガス畑の土壤実態と肥培管理。北農, 47 (2), 12-23 (1980)
- 68) 多賀辰義, 関口久雄, 岩淵晴郎: アスパラガスの生産性と土壌型との関係。北農, 48 (7), 1-23 (1981)
- 69) 多賀辰義, 岩淵晴郎, 関口久雄, 三木英一, 山谷吉蔵, 山吹一芳, 佐藤滋樹: アスパラガス新植畑の土壤改良法。北農, 48 (11), 19-38 (1981)
- 70) 多賀辰義, 岩淵晴郎, 関口久雄, 三木英一, 山谷吉蔵, 山吹一芳, 佐藤滋樹: アスパラガス既成畑の土壤改良法。北農, 49 (1), 26-39 (1982)
- 71) 多賀辰義, 相馬 暁, 畑山 紀, 中村正士: 北海道における野菜栽培土壌に対する土壌診断技術確立に関する研究。第3報, アスパラガス畑の実態と生産性。北農, 50 (8), 1-22 (1983)
- 72) 多賀辰義, 関口久雄, 山吹一芳, 佐藤滋樹: アスパラガスの若茎収穫期間が生育相および収量に及ぼす影響。北農, 51 (7), 21-34 (1984)
- 73) 高橋達児: 火山灰土壌のアルミニウム。1, 熟化化過程における土壌物理的および化学的性質の変化。九州農試彙報, 10 (3,4), 205-246 (1965)
- 74) 富田秀弘, 柳田雅芳: 予冷による野菜の鮮度保持。(1) アスパラガス・エダマメ・ブロッコリの滞荷時間と貯蔵温度による品質変化。東北農業研究, 30, 267-268 (1982)
- 75) 田中 明, 藤田耕之輔: トマトの果実生産における Source と Sink の相対的意義の解析。(第2報) 異なる葉位の葉からの ^{14}C の移行。土肥誌, 43, 77-80 (1972)
- 76) 田中 明, 早川嘉彦: 耐酸性の作物種間差—比較植物栄養に関する研究—。土肥誌, 46, 19-25 (1975)
- 77) 丹原一寛: 愛知県における柑橘園土壌の物理的性質に関する研究。愛知県農試研究報告, 9, 1-94 (1969)
- 78) 東京大学農芸化学教室編: 実験農芸化学上・下, 朝倉書店。(1952)
- 79) 辻元 正, 岡橋主税, 和田光男, 水田昌宏: かんきつに対する土壌の適地基準の確立に関する調査研究。奈良県農試報告, 1, 96-104 (1967)
- 80) Van Dam, J. G. C.: Investigations on the suitability of soils for asparagus growing, Hort. Abst. 46 (6), 498 (1976)
- 81) Worthington, J. T. and W. L. Smith: Effect of root trimming and storage containers on field survival and yield of asparagus plants, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89, 346-349 (1966)
- 82) 八鍼利郎: 生育のステージと生理生態。農業技術大系, 野菜編追録第3号, アスパラガス, 農山漁村文化協会, 基13-25 (1978)
- 83) 八鍼利郎, 原田 隆, 高橋義雄, 田村春人, 秋南栄一, 多賀辰義, 山谷吉蔵, 佐藤滋樹, 山吹一芳, 山川 潔: アスパラガスの性状に関する研究。(2) 3年生及び6年生株の根系について。北海道大学農学部邦紀, 13 (2), 102-110 (1982)
- 84) 八鍼利郎, 原田 隆, 高橋義雄, 田村春人, 秋南栄一, 大矢根敏夫, 山谷吉蔵, 佐藤滋樹, 皆川裕一, 山川 潔: アスパラガスの性状に関する研究。(3) ソイルブロック分割法による12年生株の根系調査。北海道大学農学部邦紀, 13 (3), 433-440 (1982)
- 85) 八鍼利郎, 原田 隆, 笠井 登: アスパラガスにおける雄性系統の育成に関する研究。(2) 雄性系統における花の発育と果実着性について。北海道大学農学部邦紀, 13 (4), 564-570 (1983)
- 86) 八鍼利郎, 原田 隆, 飛世昌江: アスパラガスの形態形成に関する研究。(9) 培養の茎頂ならびに節部切片の培養における器官形成。北海道大学農学部邦紀, 14 (2), 174-186 (1984)
- 87) 山吹一芳, 佐藤滋樹, 皆川裕一, 多賀辰義, 関口久雄: アスパラガスの周年生育調査による特性解析。北海道園芸研究談話会報, 17, 15-16 (1984)
- 88) 山本茂雄, 佐藤滋樹, 山吹一芳: アスパラガスの育苗試験。(第1報) ベーバーポット利用による育苗。北海道園芸研究談話会報, 3, 29-30 (1970)
- 89) 山本茂雄, 佐藤滋樹, 山吹一芳: アスパラガスの育苗試験。(第2報) 苗の大きさが収穫時期におよぼす影響について。北海道園芸研究談話会報, 3, 31-32 (1970)

Growth and Spear Production in Relation to Fertilizer Application and Soil Improvement in Asparagus Field.

by
Tatsuyoshi Taga

Asparagus has been cultivated as an important vegetable crop in Hokkaido, and the planted area amounts to 5,000 ha which forms about 41 % of the whole production area of asparagus in Japan. This study was carried out to establish rational management of soil and fertilizer application for growing areas of asparagus in Hokkaido.

1. Characteristics Absorption of Inorganic Nutrients

1) The nitrogen and phosphorus percentages per dry matter declined gradually from the early growth stage to the later ones, but the potassium percentage did not decrease even at the later growth stage. The nitrogen and potassium percentages were higher, but phosphorus was lower. The cladophyll had a higher percentage of nitrogen, and about 2 percent even at the later stage of growth. A higher potassium percentage was found in main and lateral stems. The calcium and magnesium percentages of asparagus plants were lower than those of other vegetable crops. The amounts of inorganic nutrients in leaves and stems of the plants which were grown without harvesting spears, were clearly higher than those of the plants with harvesting spear. In the former case, the amount of nitrogen was 20 kg, phosphorus 3 ~ 4 kg, potassium 38 kg, calcium 3 ~ 4 kg and magnesium 5 ~ 6 kg per 10 are, and in the latter case the plants had 50 ~ 60 % of the former.

2) In sand culture, the growth of leaves and stems increased more in the plot with twofold nitrogen supplied than those in the standard plot, however, the growth of the root decreased. On the other hand, the growth of tops and roots decreased, in the plot with one—third nitrogen. The effect of phosphorus supply was greater in the plot with twofold applications in the first year, however, in the second year the growth was sufficient even in the plot with one—fourth application.

The growth responses to the above three elements in the field experiment were similar to those in the sand culture. The plants were grown well with 20 kg/ 10a of nitrogen from the transplanting year. Phosphorus and potassium produced normal growth in fertile soil even with the reduced amount of 10 ~ 15 kg/ 10a.

3) Although nitrogen was withheld at the early or middle growth stage in sand culture, growth and spear production recovered after the nitrogen supply was resumed. But, growth and spear production were inferior, when nitrogen was withheld in the later stage. Therefore, the nitrogen supply was needed most in the later growth stage to promote the growth of tops and also to accumulate carbohydrate in the roots.

2. Relations of Harvest Term to Growth, Spear Production and Carbohydrate Accumulation in Storage Roots

1) In the plots harvested for 45 days or 60 days every year, the higher and constant yield was gotten. While in the plot with 60 days harvest and no harvest alternately, the total sugar percentage in the storage roots was kept at a high level in the year of no harvest, and in the next year, the yield of spears was 30 % higher than in the plot with 60 days harvest annually. But in plot harvested for 75 days annually, the total sugar percentage in the storage roots considerably decreased, and then yield of spears also went down.

As a simple way to express the total sugar content in the storage root, the estimation of Brix reading was recommended. The standard Brix reading was estimated at 12.2 in the end of harvest, 21.4 in the late fall, and 16.0 at the start of harvest.

2) It was certified that there was a high positive correlation between growth index ($GI = \text{average plant height (cm)} \times \text{average stem diameter (cm)} \times \text{number of stem per unit}$) and the spear yield. The GI ratios of 60 days harvest (the standard harvest term), 75 days, 45 days and alternate treatment of 60 days and no harvest were 100, 39, 188 and 145, respectively.

3) In the plot harvested for 75 days, nitrogen and phosphorous percentages in the spear, leaves, stems, and roots were less than in the plot harvested for 60 days. In contrast, the plots of 45 days and of 60 days and no harvest alternately showed an increase in nitrogen and phosphorous percentages. The amount of each element was also greater in the plot with short harvest term.

4) The relative weight of roots was estimated at 80 for 75 days, 216 for 45 days, and 160 for alternate treatment of 60 days and no harvest, assuming that of 60 days harvest as 100.

From the above results, it seemed that the harvest term between 45 days and 60 days was only reasonable way to maintain the higher and constant yield annually.

3. Physical and Chemical Properties of Soils and Productivity of Asparagus Field

The brown lowland soil (alluvial soil) had the largest productivity, followed in order by brown volcanic soil, volcano—regosolic soil, volcanogenous regosolic soil and acid forest soil (diluvium soil). In these soils, the surface of the soil within 10 cm had fewer roots, however, 70 ~ 80 % of the roots was found from 10 to 30 cm of soil layer. So the fertilizers applied to upper soil do not effectively reach the rhizosphere in the most cases. The hardness of acid forest soil and the excessive macro—pore of lower soil layer in volcanogenous regosolic soil was recognized as preventing factor for root distribution, respectively. The root growth was better in soils with 10 ~ 25 of macro pore.

4. Soil Improvement and Fertilizer Application Before or After Planting

1) The soil improvement was effective even in fertile soil like brown lowland soil (alluvial soil) to promote spear production, and not to mention for acid forest soil (diluvial soil) with inferior physical and chemical properties.

The methods of soil improvement before planting were proposed as follows : 1) Keeping Truog P_2O_5 at the level of 30 ~ 40 mg/ 100 g by application of phosphate fertilizers in plan-

ting furrows. 2) Supplying organic matters at the rate of 2.5 ~ 5 t/10a or rice straw of 600 kg/ 10a. 3) Deep application of soil amendment matters using a pan breaker at a depth of 40 ~ 50 cm.

2) Although a considerable amount of roots would be cut off by treatments to improve soil properties of rhizosphere after planting, the effect of the treatment was recognized from the third year, owing partly to the 2 weeks reduction of harvest term in the following years. Summer treatment after harvest was not recommended, and spring or autumn treatment was the desirable for soil improvement. The trenchers should be used 30 ~ 40 cm apart from the scaly bud clusters, and soil amendment matters is recommended to supply from the upper horizon to the depth of 40 ~ 50 cm. The treatment of pan breaker with soil amendment matters should be made at depth of 40 ~ 50 cm. The soil amendment matters used are not only P, Mg and Ca, but also compost, by which the elongation of roots could be promoted.

In order to maintain the higher and constant spear yield of asparagus, it is necessary to keep the term of harvest at 45 ~ 60 days, and to improve the soil physical and chemical properties following the standard values of soil fertility.