

第3編 十勝の土壤の欠陥とその実態並びに対策

土壤の欠陥を明らかにし、具体的対策を遂行していくためには、基本土壤分類図から各分野ごとに必要とする土壤の欠陥の程度を区分して、それに対応した対策を実施することが望まれる。そのためには、各分野における土壤類型区分図の作成が必要と思われる。

すなわち、一般土壤管理においては、作土の土壤生成および肥沃度に関する土壤の水分環境、作土の粒度分布および腐植含量、作土の養分含量などが明らかであれば十分と思われる。しかし、降雨量が多く、作物が湿害を受けるような地域においては、土壤の排水不良を呈する要因ごとに類型区分しておくことが、各土壤の排水工法を見出し、選択するのに有効で、この場合は作土の欠陥区分だけでは補い得ないのである。

従って、本編では、基本土壤分類図を基礎としての活用法として、十勝における一般耕地土壤の管理と対策、土層配列とその対策および排水不良要因と対策の3つについて取り上げ検討した。

第1章 十勝における一般耕地土壤の管理の現状と改良対策

第1節 火山灰作土の改良に対する考え方

集約農業条件下においては、各戸の土壤管理状況により土壤の性質が大きく異なるので、土壤条件はそれほど重要視されない場合が多い。これに対して十勝地方のように農家一戸の耕地面積が大きく20 haにもおよぶような場合には土壤条件を充分把握した上でなければ、適正な土壤改良、土壤管理を行なうことは困難と思われる。

従って、十勝における作物生産性の高位平準化を計るためには、一般耕地土壤の特性を明らかにした上で、いかに改良、管理すべきかを決定すべきであると思われる。

なお、一般に作物根が養分を吸収するいわゆる根圏域における土壤環境は、作物が適正に生育できることが望ましい。しかし、現実の土壤は、例えば石灰含量等が適当に保たれ、また適正な土壤反応に維持されている場合は少なく、このような畑地においては、その土壤の持っている作物生産性を充分発揮することができないと思われる。なんとなれば、作土は作物根を支持すると共に、作物の生育に必要な養分、水分等を順調に供給出来る能力をそなえていなければならないからである。このためには、畑状態の場合は根圏が適度な酸化状態を維持し、かつ十分な有効水量を保持すること並びに十分な養分を作物の要求に応じて供給し得なければならないのである。

筆者は、いま作土のあるべき姿を次のように考える。

1. 作土の保水性、透水性が適正であること。
2. 作土の反応が中性～弱酸性であって、石灰飽和度が60～80%の範囲にあること。
3. 作土の養分、水分供給力がある限度以上であること。
4. 作土と心土との境界の理化学性が漸移的であること。

これを十勝における作土に照らし合わせると、おのずから耕深の問題、有機物および土壤改良資

材の施用の問題、土地改良の問題などとも関連し合っていることが明らかとなる。

従って、作土の合理的な管理、あるいは改良を行なうために、土壌類型区分をしておくことが必要となる。しかし、類型区分する場合、基本土壌分類をそのままの形で利用することはできない。その理由は、基本土壌分類に用いた分類カテゴリーと類型区分におけるカテゴリーとは全ての点で必ずしも一致していないからである。

第2節 土壌の改良対策（黒色クロボク土の酸性改良の例）

土壌調査結果、十勝地方における黒色クロボク土の多くは酸性を呈していることが明らかとなった⁴⁰⁾ので、その改良法について取り上げ検討した。なお、黒色クロボク土においては、表層を構成する火山灰の粒径組成により土壌の緩衝能が異なり、改良に必要とする土壌改良資材量の異なることが予想されるので、本節においては、表層を構成する火山灰がTa・b 火山灰を母材とする中粒質と、Me・a 火山灰を母材とする細粒質の黒色クロボク土について取りあげ検討を行なった。

1) 試験方法

本試験は、木杵および畑場試験からなり、1972～1976年の5ケ年にわたり実施したものである。

供試土壌は、中粒質黒色クロボク土、細粒質黒色クロボク土の2つを取り上げた。土壌の断面形態および一般理化学性は図-47、表-10に示した。

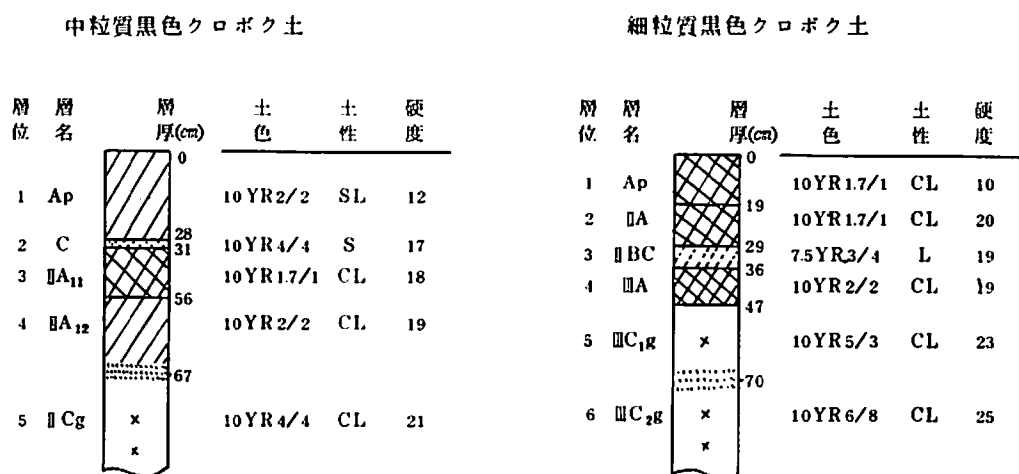


図-47 供試土壌の断面形態

表-10 供試土壌の理化学性

	層名	理 学 性				化 学 性				
		容 積 重 (g)	固 相 (cc)	液 相 (cc)	気 相 (cc)	P H (H ₂ O)	C. E. C (me/100g)	置換性石灰 (me/100g)	石灰飽和度 (%)	磷酸吸収 係 数
中粒質黒色 クロボク土	AP	87.7	32.8	30.0	37.7	5.57	15.9	9.2	46.8	1.020
	IIA	86.4	32.8	30.7	36.5	5.35	67.8	17.2	30.5	2.100
細粒質黒色 クロボク土	AP	74.9	32.5	47.0	20.5	5.45	37.3	15.4	49.1	1.400
	IIA	59.3	24.3	56.2	19.5	5.45	54.6	20.8	38.3	1.980

中粒質黒色クロボク土は、排水不良地に火山灰が厚く堆積したもので、作土層はTa.b 火山灰が主体で、腐植含量高く、かつその層の厚い火山灰土壌である。作土の性質は、土性は中粒質、磷酸吸収係数は1.000前後、強酸性で、塩基保持力の弱い土壌である。また、細粒質黒色クロボク土は排水不良な洪積世堆積物の上に各種火山灰が累積した土壌で、作土層はMe.a 火山灰が主体をなし断面の腐植含量は高く、その層厚も約50 cmに及ぶ火山灰土壌である。作土の性質は、土性は細粒質、磷酸吸収係数は1.500程度、強酸性で、塩基保持力の弱い土壌である。試験処理は、炭酸カルシウム(kg/10a)を①0、②125、③250、④500、⑤1,000、⑥1,500を施与した。試験規模は、木枠試験は1区1㎡の2連制、圃場試験は1区60㎡の1連制である。

2) 試験結果および考察

(1) 生育および収量調査

生育調査結果を表-11、収量調査結果を表-12に示す。酸性改良における作物の生育状況についてみると、土壌の石灰含量を高めることにより作物の生育が良好になっていることが認められる。

表-11 黒色クロボク土の酸性改良試験

(1974年 大豆の草丈cm)

	調査月日	7/2	7/30	8/31	収穫期
中粒質黒色クロボク土	① 無処理	16.7	62.1	64.7	76.0
	② Ca (Ca施与区)	16.6	68.6	76.8	78.2
	③ 2Ca (Ca2倍施与区)	16.4	74.0	82.5	86.3
	④ 4Ca (Ca4倍施与区)	16.4	74.5	87.2	91.8
細粒質黒色クロボク土	① 無処理	12.6	53.8	61.6	63.3
	② Ca (Ca施与区)	14.2	55.5	70.0	71.3
	③ 2Ca (Ca2倍施与区)	13.3	60.3	69.2	74.6
	④ 3Ca (Ca3倍施与区)	15.4	63.3	74.5	80.0

表-12 黒色クロボク土の酸性改良試験の収量調査

供試土質	規模	木枠試験 (g/㎡)					圃場試験 (kg/10a)			
	年次	1972	1973	1974	1975	1976	1972	1973	1975	1976
	作物	とうもろこし	てん菜	菜豆	とうもろこし	大豆	てん菜	菜豆	秋小麦	菜豆
中粒質黒色 クロボク土	炭カル kg/10a									
	① 無処理	307 (100)	18.7 (100)	117 (100)	206 (100)	330 (100)	6,630 (100)	229 (100)	—	286 (100)
	② 250 (Ca施与区)	330 (107)	20.0 (107)	145 (124)	218 (106)	368 (111)	6,696 (101)	243 (106)	—	287 (100)
	③ 500 (Ca2倍施与区)	34.4 (113)	21.3 (114)	160 (137)	220 (107)	395 (120)	7,293 (110)	258 (113)	—	320 (112)
	④ 1,000 (Ca4倍施与区)	330 (107)	21.9 (117)	199 (170)	245 (119)	461 (139)	7,359 (111)	261 (114)	—	363 (127)
	炭カル kg/10a									
細粒質黒色 クロボク土	① 無処理	330 (100)	11.0 (100)	131 (100)	134 (100)	221 (100)	大豆 120 (100)	ばいしょ 3,470 (100)	大豆 160 (100)	てん菜 5,340 (100)
	② 500 (Ca施与区)	370 (112)	12.9 (117)	153 (117)	163 (122)	260 (118)	132 (110)	3,680 (106)	182 (114)	6,194 (116)
	③ 1,000 (Ca2倍施与区)	409 (124)	14.3 (130)	165 (126)	211 (158)	276 (125)	189 (158)	4,059 (117)	197 (123)	6,141 (115)
	④ 1,500 (Ca3倍施与区)	485 (147)	15.6 (142)	202 (154)	263 (195)	325 (147)	158 (132)	4,233 (122)	181 (113)	6,408 (120)
	炭カル kg/10a									
	① 無処理	330 (100)	11.0 (100)	131 (100)	134 (100)	221 (100)	大豆 120 (100)	ばいしょ 3,470 (100)	大豆 160 (100)	てん菜 5,340 (100)

石灰施用による作物の生育は、初期では明らかでないが、中期からは酸性改良したものが明らかにまきっている。収量調査については、石灰施与量を高めることにより作物収量が高まっている。しかし、その程度は年次や試験規模により異なっている。すなわち、1974、1975年は多雨年であるため、本土壌は湿害の影響を受け、とくに無処理区の収量レベルが低いために、収量指数としては石灰施用したものと大きな差となっている。また、試験規模から作物収量をみた場合、木枠条件でその効果が高く出ており、圃場条件では低い傾向であった。

なお、酸性改良することにより作物収量は高められたが、改良効果がいつの時期から作物に作用しているかについて、乾物重の推移から検討してみると(表-13)、酸性改良の効果は生育前半ですでに認められているが、その割合は低く、後半で高い傾向である。これは、収穫期における豆類の調査結果、粒重の高められていることから伺うことができる。

表-13 黒色クロボク土の酸性改良における乾物重(kg/10a)の推移(1976)、大豆)

	7月30日		8月31日			収 穫 期		
	全 重	根 重 [※]	全 重	サヤ重	根 重 [※]	全 重	子実重	100粒重(%)
① 無処理区	60.7	10.6	376	116	13.7	560	340	8.0
② Ca (Ca施与区)	71.0	11.3	383	122	17.5	580	368	8.0
③ 2Ca (Ca倍施与区)	73.1	11.7	463	147	17.9	630	395	8.5
④ 4Ca (Ca4倍施与区)	75.9	12.7	516	145	20.6	710	461	8.7

※ (g/2株)

(2) 土壌分析

PH(H₂O) 置換性石灰含量および石灰飽和度の年次別経過を表-14に示す。

表-14 黒色クロボク土に対する石灰施与後の年次別 PH(H₂O) ならびに石灰飽和度の推移

	項目 年次 処理	PH(H ₂ O)					石 灰 飽 和 度(%)				
		1972	1973	1974	1975	1976	1972	1973	1974	1975	1976
中粒質黒色 クロボク土	① 無処理	5.57	5.50	5.75	5.60	5.56	46.8	44.9	46.3	45.9	42.3
	② Ca (Ca施与区)	5.71	5.80	5.92	5.77	5.86	65.4	54.3	63.5	55.6	56.0
	③ 2Ca (Ca倍施与区)	6.05	6.20	6.10	6.30	6.32	84.3	69.3	75.0	66.4	63.0
	④ 4Ca (Ca4倍施与区)	6.23	6.90	6.85	6.76	6.70	121.1	103.2	96.5	92.9	94.5
細粒質黒色 クロボク土	① 無処理	5.45	5.43	5.37	5.45	5.40	49.1	40.8	42.3	43.8	44.0
	② Ca (Ca施与区)	5.50	5.81	5.72	5.98	5.86	65.4	56.3	64.9	64.7	58.0
	③ 2Ca (Ca倍施与区)	5.80	6.18	6.15	6.34	6.20	83.9	79.8	87.5	78.6	78.0
	④ 3Ca (Ca3倍施与区)	6.08	6.51	6.50	6.70	6.65	114.4	105.0	101.4	101.0	98.0

石灰の施用により、土壌のPH(H₂O)、石灰飽和度が高められた。なお、土壌のPH(H₂O)および石灰飽和度の改良目標値をPH(H₂O) 5.8～6.2、石灰飽和度60～80%に設定した場合、その値を確保するためには、中粒質の場合は改良に必要とする炭カル量は10a当り250～500kg、また、細粒質の場合は500～1,000kgが必要である。

なお、土壌の反応を高めておくことは、単に土壌のPHを高め、置換性石灰含量を増すということだけではなく、土壌の他の成分へ影響を及ぼしていることが予想される。微量元素についてみると、土壌反応を高めることにより全亜鉛含量が低下の傾向にある以外は、他の微量元素に変化はみられない。しかし、抽出液を変えて測定したいわゆる作物の吸収利用されやすい形態の微量元素との関係でみると変化が認められた。

また、土壌反応は、土壌の生物相にも関係していると思われるので、23の調査を行なった。まず、硝酸化成作用への影響についてみると、酸性改良により硝酸化成量が増大する傾向が認められた(表-15)。一般微生物相については、セルロース分解菌、硝酸化成菌が増大し、酵素活性においても高まっている。

表-15 黒色クロボク土の酸性改良による硝酸化成作用への影響(士幌町上居辺試験地)

処理区別	1日当たり硝酸生成量(mg/100g乾土)							14日までの 含量mg/100g
	0~2日	2~4日	4~6日	6~8日	8~10日	10~12日	12~14日	
① 無処理	2.11	4.66	7.01	10.40	16.14	18.35	16.95	151.24
② Ca	2.54	5.25	8.78	13.89	18.89	21.82	20.65	183.64
③ 2Ca	2.47	5.13	8.19	14.27	20.80	24.78	27.56	206.40
④ 3Ca	2.35	4.59	8.90	12.68	19.60	23.22	24.82	192.32

0.02% アンモニア溶液による隔日洗滌培養

また、大豆に対する根粒調査の結果では、根粒数および根粒重が高まるばかりでなく、根粒の働く能力である根粒活性においても高められた(表-16)。

表-16 黒色クロボク土の酸性改良による微生物相および大豆根粒への影響(帯広市広野試験地)

処理区別	一般微生物相調査								根粒調査					
	カビ	好気性細菌	放線菌	グラム陰性菌	嫌気性菌	セルロース分解菌	硝酸化成菌	脱水素菌活性	8月3日			8月31日		
		B	A	GN	An				根粒活性	根粒数	根粒重(g/株)	根粒活性	根粒数	根粒重(g/株)
	$\times 10^4$	$\times 10^6$	$\times 10^6$	$\times 10^5$	$\times 10^5$	$\times 10^4$	$\times 10^4$	比活性						
① 無処理	21.1	30.4	8.1	55.5	13.1	9.4	144.0	1.000	19.0	823	1.5	12.7	54.0	6.49
② Ca	21.6	34.5	7.7	84.1	15.9	23.4	234.3	1.056	45.5	835	2.6	17.5	110.6	7.76
③ 2Ca	20.3	25.8	5.6	67.5	19.3	67.5	234.3	1.225	60.0	1,210	3.6	21.6	138.8	8.28
④ 4Ca	12.4	27.1	7.1	78.6	10.3	130.9	255.0	1.618	77.3	1,241	3.9	25.4	192.3	10.28

※アセチレン還元法(C_2H_4 μ moles/hr株)

ここでは、酸性を呈する黒色クロボク土における作土を構成する火山灰の粒度分布や腐植含量のちがいによる土壌緩衝力を異にする2つの土壌を取り上げ、酸性改良試験を実施し、その結果、土壌緩衝力の大小の程度により投入する石灰量の異なることを確認した。すなわち、合理的に作土を管理・改良するには、作土の性質のちがいを区分しておくことが有効と思われる。

第3節 作土の管理・改良のための土壌類型区分

作物生産に直接関係する作土の理化学性は、作土層を構成する土壌に含まれる有機物含量および粘土含量などによって影響され、それらの多少により土壌の性質が決められる。土壌の基本分類における有機物含量、粘土含量は分類の低次カテゴリーの土壌種、土壌変種に設けられており、作土を適正に管理・改良するために土壌類型区分する場合は、基本土壌分類における土壌変種をその分類単位とすることが、ここでは最もふさわしい類型区分の在り方と考える。

すなわち、作土の改良には、塩基、磷酸および有機物などの施用がある。これら土壌改良資材の施用量は、土壌の粒徑組成や腐植含量などにより土壌の緩衝力、塩基置換容量およびパン土性などが異なるので、改良に必要とする土壌改良資材量を異にする。

この点から、十勝管内における火山灰をみると、火山灰の種類と、それが堆積した土地の水分環境により土壌の化学性は明瞭に異なる（図-48）

ので、作土を構成する火山灰の種類および分布とその性状についての区分が必要となる。すなわち、作土を構成する火山灰には、Ta.b 火山灰、To.b 火山灰、Us.c 火山灰、Me.a 火山灰などがある。これらの火山灰は降下年代がいずれも 200～500 年前で新しく、新期末熟火山灰土として取扱われている¹⁹⁾。しかし、作土の管理・改良を目的とした場合、新期末熟火山灰土という区分を全体に適用することはこれら火山灰の性質が異なることから同一に扱うことはできない。

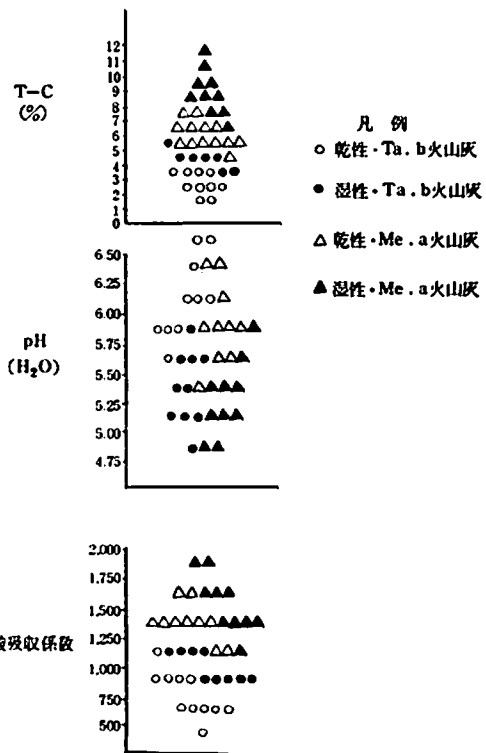


図-48. 堆積する火山灰の種類・水分環境の差と土壌の化学性

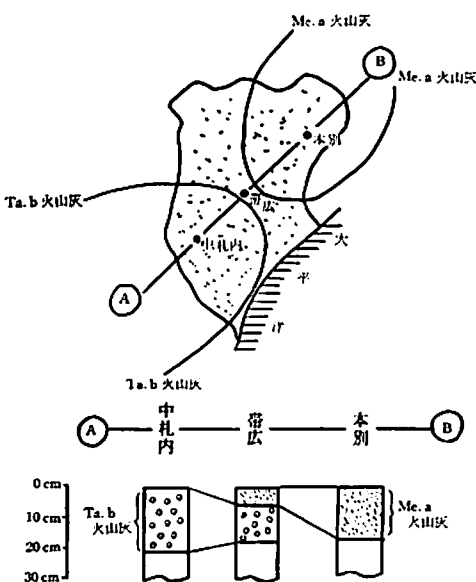


図-49. 作土を構成する Ta.b 火山灰および Me.a 火山灰の分布図

十勝平野における作土を構成する火山灰の分布は、南部は Ta.b 火山灰が、北部では Me.a 火山灰がその主体をなしている（図-49）。これらの火山灰の粒徑分布は、Ta.b 火山灰は砂含量が 70～90%，粘土含量が 10%以下で中粒質であり、また、Me.a 火山灰は砂含量が 40～50%，粘土含量が 20～30%で、Ta.b 火山灰に比較して細粒質である（図-50）。

すなわち、作土を構成する火山灰の粒径組成はおおよそ勝川水系を境に南側で中粒質、北側で細粒質で2つに区分することが出来る。

作土を構成する火山灰のおかれている水分環境とその土壤の圃場容水量時における三相分布との関係を見ると、固相率は20～40%で堆積した水分環境の違いによる相違は認められないが、気相率および液相率は、水分条件の違いにより異なる。すなわち、気相率は乾燥地では20～50%で、湿地では5～30%である。また、液相率は乾燥地が30～50%で、湿地は40～60%である(図-51)。すなわち、火山灰土の三相分布は乾燥地に堆積したものと比較し、湿地に堆積したものは液相率が增大し、気相率が減少している。

次に、火山灰が堆積した水分環境の違いと、その土壤の化学性との関係を見ると、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は、乾燥地では6.0前後と高く、湿地では5.5前後で低く酸性を呈する。これと対応して置換酸度は、乾燥地で小さく、湿地で幾分大きい。同様に石灰飽和度は乾燥地で50%程度、湿地では40%前後である(表-17)。

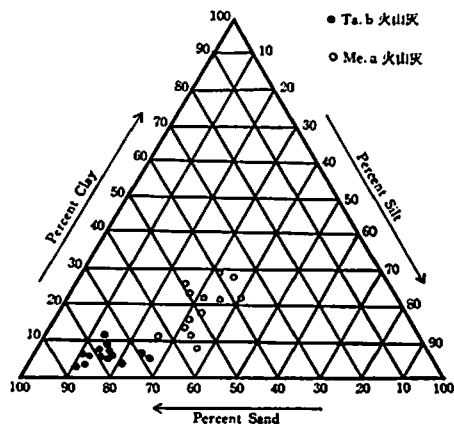


図-50. 作土を構成する火山灰の粒径組成

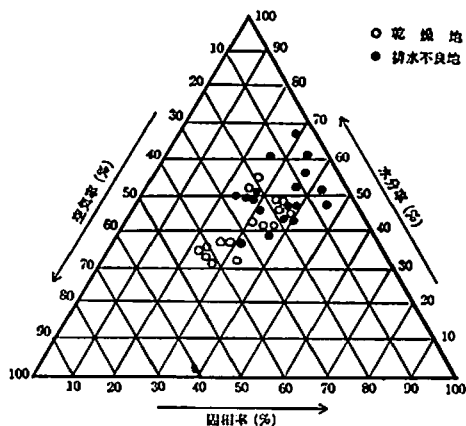


図-51. 堆積する水分環境のちがいと火山灰の三相分布

表-17 堆積する水分環境のちがいと火山灰の一般化学性(管内全域における平均値)

	PH (H_2O)	Y_1	T-C (%)	T-N (%)	C/N	C.E.C (me/100g)	置換性塩基含量 (mg/100g)			石灰飽和度 (%)	磷酸吸収係数
							CaO	MgO	K ₂ O		
乾性火山性土	5.91	0.80	4.84	0.39	12.6	24.2	391.1	36.9	21.1	56.1	1,347
湿性火山性土	5.49	2.24	6.54	0.50	12.6	26.7	320.6	38.0	17.0	40.1	1,350

周知のごとく、腐植集積作用は、乾燥地に比較して、湿地で著しく高い。すなわち、全炭素含量は、乾燥地では4.8%内外で低く、湿地では6.5%内外と高い。全窒素含量についても、全炭素と同様の傾向が認められ、乾燥地に比較し、湿地で大きな値である。したがって土壤緩衝力はTa.b火山灰およびMe.a火山灰ではそれぞれ乾燥地に堆積したものより湿地に堆積したものの方が高い値である。しかし、両火山灰を同一水分環境条件下で比較すると、粒径組成が中粒質なTa.b火山灰よりも細粒質なMe.a火山灰で高い緩衝力を示す(図-52)。

以上から火山灰の種類および火山灰の堆積した水分環境などのちがいにより、各土壤の管理・改良するための石灰および有機物の施用量、施用間隔を異にすることが予想されるので、作土を構成

する新期末熟火山灰土を、その性質のちがいににより細分しておく必要がある。そのことが合理的に作土の管理・改良する第1歩と考える。

筆者は、前述したように作土を構成する火山灰土の性質について23の検討を進めてきた結果、作土に分布する火

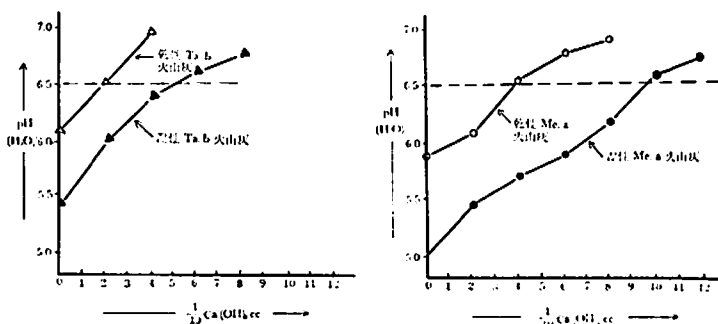


図-52 作土を構成する火山灰の緩衝曲線

山灰土を粒径組成が中粒質のTa.b火山灰からなるものと、細粒質のMe.a火山灰からなるものとを区分し、また作土の化学性、水分保持、透水性など種々の性質を左右するものに心土の性質が関係するので、心土の種類を考慮して作土、心土の組合せにより区分する必要性があるものとする。

したがって、十勝火山灰土における作土の管理・改良するための土壌類型区分として、作土改良区分-1型から作土改良区分-14型までの14の区分を提案したい。

基本土壌分類図が、実用土壌図として直接利用する場合、基本土壌分類図からそれぞれの分野で必要とする類型区分図に書きかえることが必要である。

例えば、土壌反応について見た場合は、作土改良区分-7型~14型は、強酸性を呈するが、これらの土壌は粒径分布のちがいににより、土壌の緩衝力を大きく異にするので、土壌反応を適正に矯正する場合の石灰の投入量はそれぞれ異なる。

また、作土改良区分-1型~6型においては、一般に窒素地力が低く、圃場の有機物管理は、作物栽培上重要問題となっている。このような土壌の適正な有機物の施用量を決定する場合にも、土壌の粒径のちがいににより有機物の分解および蓄積の異なることが予想される。これは土性の粗細により集積される有機物含量が異なっていることから予想される。

さらに、土壌侵蝕および深耕などにより心土の作土層への混入は、混入される心土のパン土性の程度により磷酸質資材の施用量を異にする必要があろう。

以上から、合理的に作土の管理・改良するために14型の類型区分が必要で、このように区分しておくことが、従来の分類よりも土壌の性質に適応した管理・改良するために役立つものと思われる。

しかし、実際には、この14型から外れる場合もいくつか認められる。例えば、作土層がTa.b火山灰およびMe.a火山灰が混合されている場合や、各種土層改良の実施済みの地帯および風蝕、水蝕などにより作土が侵蝕され、下層土が作土層の大部分を占めている場合などである。

(1) 作土改良区分-1型(中粒質新期末熟褐色クロボク土)

排水良好地に火山灰が厚く堆積した火山灰土壌である。作土は粒径が中粒質の新期末熟火山灰土で、心土はパン土性の高い新期風化火山灰土である。従って、作土の保肥力、保水性を高めるために深耕する必要があるが、心土は化学的に劣悪であるので、その活用には注意が必要な土壌である。

(2) 作土改良区分-2型(細粒質新期末熟褐色クロボク土)

排水良好地に火山灰が厚く堆積した火山灰土壌である。作土は細粒質な新期末熟火山灰土であるが、心土はバン土性の高い新期風化火山灰土である。従って、根圏域を拡大するために深耕すれば化学的に劣悪な心土が作土層に混入されるので、注意が必要な土壌である。

(3) 作土改良区分－3型(中粒質古期ローム質褐色クロボク土)

排水良好地に火山灰が堆積した土壌である。作土は中粒質な新期末熟火山灰土で、心土は細粒質な古期ローム質火山灰土である。従って、保肥力、保水力を高めるために深耕により細粒質な古期ローム質火山灰土の作土への混入の考慮が必要な土壌である。

(4) 作土改良区分－4型(細粒質古期ローム質褐色クロボク土)

排水良好地に火山灰が厚く堆積した土壌である。作土は細粒質な新期末熟火山灰土で、心土は古期ローム質火山灰土である。根圏域を拡大するために深耕を行えば、古期ローム質火山灰土の作土への混入してくる土壌である。

(5) 作土改良区分－5型(中粒質火山灰表層褐色森林土, 中粒質火山灰層褐色沖積土)

排水良好な台地土, 低地土に中粒質火山灰が堆積した土壌である。作土は中粒質な新期末熟火山灰土であるが、心土は台地土, 低地土である。従って、深耕すれば心土の台地土, 低地土が作土への混入のある土壌である。

(6) 作土改良区分－6型(細粒質火山灰表層褐色森林土, 細粒質火山灰表層褐色沖積土)

排水良好な台地土, 低地土に細粒質火山灰が堆積した土壌である。作土は細粒質な新期末熟火山灰土であるが、心土は台地土, 低地土である。従って、深耕すれば心土の台地土, 低地土の作土への混入のある土壌である。

(7) 作土改良区分－7型(中粒質新期黒色クロボク土)

湿地に火山灰が厚く堆積した火山灰土壌である。作土は中粒質の新期末熟火山灰土で、心土はバン土性の高い新期風化火山灰土である。従って、深耕すれば、心土の化学的に劣悪な新期風化火山灰土が作土に混入されてくる土壌である。

(8) 作土改良区分－8型(細粒質新期黒色クロボク土)

湿地に細粒質火山灰が厚く堆積した火山灰土壌である。作土は細粒質の新期末熟火山灰土で、心土は新期風化火山灰土である。従って、深耕すれば、心土の化学的に劣悪な新期風化火山灰土が作土に混入されてくる土壌である。

(9) 作土改良区分－9型(中粒質古期ローム質黒色クロボク土)

湿地に火山灰が厚く堆積した火山灰土壌である。作土は中粒質の新期末熟火山灰土で、心土は細粒質の古期ローム質火山灰土である。従って、深耕すれば心土の古期ローム質火山灰土の作土への混入のある土壌である。

(10) 作土改良区分－10型(細粒質古期ローム質黒色クロボク土)

湿地に火山灰が厚く堆積した火山灰土壌である。作土は細粒質な新期末熟火山灰土で、心土は古期ローム質火山灰土である。従って、深耕すれば心土の古期ローム質火山灰土の作土への混入のある土壌である。

(11) 作土改良区分－11型(中粒質火山灰表層停滞水グライ土, 中粒質火山灰表層グライ沖積土)

湿地に中粒質火山灰が堆積した土壌である。作土は中粒質な新期末熟火山灰土で、心土は台地土、低地土である。従って、深耕すれば心土の台地土、低地土が作土へ混入してくる土壌である。

(12) 作土改良区分-12型(細粒質火山灰表層停滞水グライ土、細粒質火山灰表層疑似グライ土、細粒質火山灰表層グライ沖積土)

湿地に細粒質火山灰が堆積した土壌である。作土は細粒質な新期末熟火山灰土で、心土は台地土、低地土である。従って、深耕すれば心土の台地土、低地土が作土へ混入してくる土壌である。

(13) 作土改良区分-13型(中粒質火山灰表層低位泥炭土)

湿地に中粒質火山灰が堆積した土壌である。作土は中粒質の新期末熟火山灰土で心土は泥炭土である。従って、深耕すれば、心土の泥炭土の作土への混入のある土壌である。

(14) 作土改良区分-14型(細粒質火山灰表層低位泥炭土)

湿地に細粒質火山灰が堆積した土壌である。作土は細粒質の新期末熟火山灰土で、心土は泥炭土である。従って、深耕すれば心土の泥炭土の作土への混入のある土壌である。

以上について整理したのが、表-18で、その分布の概要は図-53である。

表-18 作土改良のための土壌類型区分

	乾 区 分	作土の火山灰	心土の土壌	土 壌 分 類 と の 対 比
作土改良区分-1型	乾	Ta.b	新期風化火山灰土	中粒質新期褐色クロボク土
作土改良区分-2型	乾	Me.a	新期風化火山灰土	細粒質新期褐色クロボク土
作土改良区分-3型	乾	Ta.b, Us.c	古期ローム質火山灰土	中粒質古期ローム質褐色クロボク土
作土改良区分-4型	乾	Me.a	古期ローム質火山灰土	細粒質古期ローム質褐色クロボク土
作土改良区分-5型	乾	Ta.b, Us.c	非火山灰土	中粒質火山灰表層褐色森林土、中粒質火山灰表層褐色沖積土
作土改良区分-6型	乾	Me.a	非火山灰土	細粒質火山灰表層褐色森林土、細粒質火山灰表層褐色沖積土
作土改良区分-7型	湿	Ta.b	新期風化火山灰土	中粒質新期黒色クロボク土
作土改良区分-8型	湿	Me.a	新期風化火山灰土	細粒質新期黒色クロボク土
作土改良区分-9型	湿	Ta.b, Us.c	古期ローム質火山灰土	中粒質古期ローム質クロボク土
作土改良区分-10型	湿	Me.a	古期ローム質火山灰土	細粒質古期ローム質クロボク土
作土改良区分-11型	湿	Ta.b, Us.c	非火山灰土	中粒質火山灰表層停滞水グライ土、中粒質火山灰表層グライ沖積土
作土改良区分-12型	湿	Me.a	非火山灰土	細粒質火山灰表層停滞水グライ土、細粒質火山灰表層疑似グライ土、細粒質火山灰表層グライ沖積土
作土改良区分-13型	湿	Ta.b, Us.c	泥炭土	中粒質火山灰表層低位泥炭土
作土改良区分-14型	湿	Me.a	泥炭土	細粒質火山灰表層低位泥炭土

第2章 十勝における土層配列的欠陥と対策

十勝地方のような火山灰地においては、純然たる monogenic な残積地のように、土層構成が単一の場合は少なく、火山灰層の厚さが場所により極めて大きな変異を示すことは農業上大きな問題である。さらに、火山灰層を構成するテフラは、降下年代を異にする1～5種類からなるというように複雑な埋没土層構成であることが作物栽培上問題である。すなわち、堆積する土壌、火山灰が異なることと対応して、それら土層の理学的性、化学性が、耕地土壌として正当な作物生産を上げるのに必要とする各種の基準に達しているか否かということが土壌的に重要で、もし基準以下であればその土層は欠陥土層ということになる。この欠陥土層の厚さおよびその出現する深さ、さらに欠陥の内容が物理的か化学的かにより、その欠陥土層の改良対策を異にすることになる。

なお、欠陥土層が土壌分類の基準設定のカテゴリーの中で扱われておれば、その欠陥土層がどのように分布し

ているか明らかとなるのでそれが明示されることが対策図を作成する場合重要な事項となる。さらに各地域における土層の特徴が明らかとなれば、それに基づき各地域ごとに各種試験を実施し、その得られた結果の適用により土壌生産力が高められ、作物が増収に結びつけられ

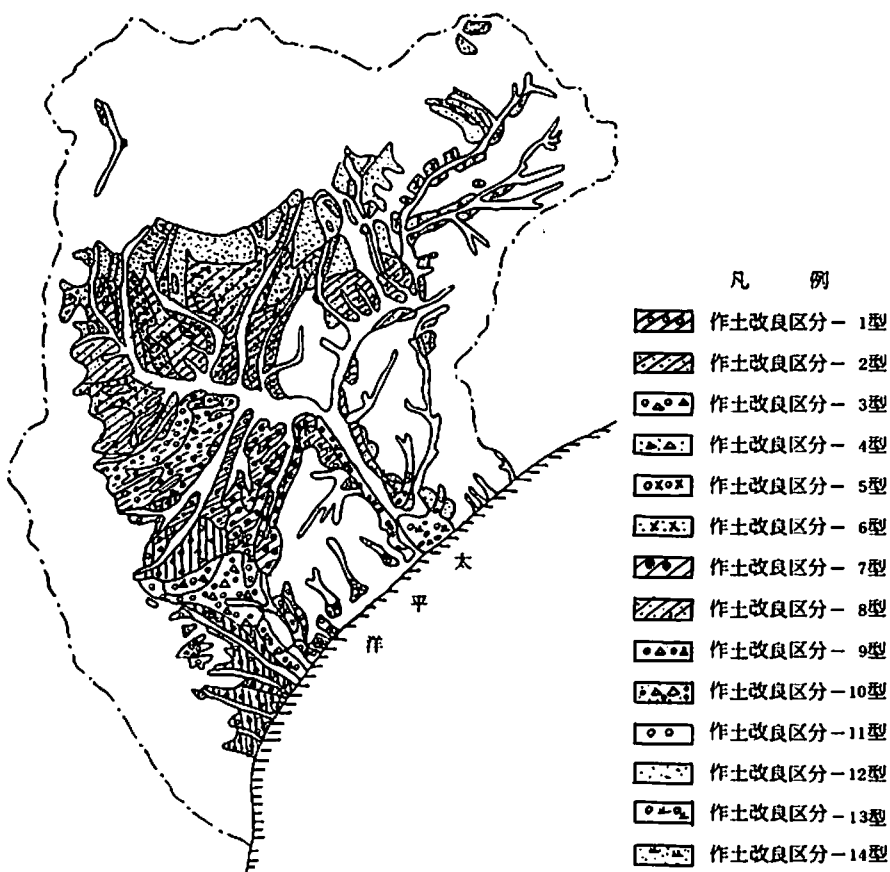


図-53 十勝平野における作土改良のための土壌類型区分図

ば、それをもとに対策図を作成することができると思われる。

第1節 十勝における不良土層断面

十勝火山性土は、土層の構成が複雑であるため、独特な土層改良法が要求され、これが開発され

つつある^{33)・71)・76)・133)・144)・145)}。試みられた土層改良の中には効果の低い場合もあり、この理由は土層の構成に対応した適正な土層改良法となっていないのではないかとと思われる場合もある。

従って、本節では互層状態となっている火山灰土に最も適した土層改良を実施するために、土層断面を構成している各土層の中で、どの層が不良で、どの層が良好であるかを明らかにしておくことが必要と思われる。

すなわち、十勝の土壌は前述したように各種の新时期火山灰土が厚く堆積しているものの、下層に古期ローム質火山灰土、褐色森林土、沖積土などが埋没していて、その深さが農耕上問題となる深さにある場合は、それを考慮して、生産性の高い合理的耕土層の造成が期待される。

しかし、不良土層を論ずるとき、不良土層の内容が農業形態などにより異なる上に、不良の原因が化学性によるものかその他の原因によるものか、さらに、それらがどの程度の値であれば不良土層として考えたらいいのか、明らかになっていないのが現状であると思われる。

農林水産省においては、作物の生産性と土壌の性質との間に密接な関係のあることから、作物生産性を総合的にとらえるべく地力保全基本調査において土壌生産力可能性等級を設定し、それに対する区分のため、土壌診断基準を設けた。従って現在地力保全調査結果、全国で309の土壌統に区分されており、各土壌統はそのコードを読むことにより或る程度の改良の重点の置き方が判明するようになっている。

本論文においても、不良土層の目安を地力保全調査における土壌生産力可能性等級基準を用いて行なうこととする。

地力保全基本調査における土壌生産力可能性分級は、土壌がもっている本来的な制限因子(Limitations)、阻害因子(Hazards)あるいは土壌悪化の危険性(Risks of soil damage)の種類、程度を基準に行なっている。

また、土壌の生産力可能性等級を表現するに当っては、示性分級式をもってあらわし、その土壌の生産力可能性等級を決定した制限因子、阻害因子あるいは土壌悪化の危険性が何によっているかを明確に示すことになっている。

この示性分級式は、基準項目および要因項目からなっており、基準項目は土壌生産力可能性等級を決定するのに用いる項目で、等級値(ローマ数字)をもってあらわし、要因項目は基準項目の要因と見られる項目で、要因強度を数値(アラビア数字)をもってあらわしているものである。示性分級式の例は次のとおりである(表-19)。

表-19 地力保全基本調査における示性分級式

土	表	有	表	耕	(表	(表	土	(透	(保	自	(保	(固	養	(置	(有	(微	障	(災	(傾	(傾	(自	(傾	(侵	(耐
壤	生	効	効	土	土	土	地	水	水	然	肥	定	土	換	効	酸	有	增	地	自	傾	人	侵	(耐
生	土	土	土	の	の	の	の	水	水	水	潤	肥	の	性	苦	量	害	冠	す	然	斜	為	水	風
産	の	の	の	の	の	の	乾	性	性	性	度	力	基	灰	里	要	害	害	の	傾	傾	傾	傾	傾
力	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚	厚
可	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能	能
性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性
等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等
級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級	級
さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ	さ
t	d	g	p				w			f			n				i	a		s		e		

なお、土壤生産力可能性等級は、土壤を総合的に評価しようとするもので、これを各土層の評価に直接結びつけることはできないので、この基準項目の中から土層の評価に最も関係すると思われる自然肥沃度を用いて評価することにした。自然肥沃度の要因項目としては、保肥力、固定力および土層の塩基状態からなっている。

この地力保全基本調査における自然肥沃度区分を用いて、十勝における土層の評価に適用したのが、図-54である。各土層は正当な作物収量をあげる上で、土層的にみて制限因子の殆んど認められないものから、かなり大きいものまでであることを示している。

すなわち、累積火山灰地帯における土壤の肥沃度は、沖積土のように均一ではなく、堆積する火山灰の種類により異なっている。寒地作物の根菜類の定着および大型農業機械化等により作土はますます深められていくものと思われるので、火山灰土壤においては好むと好まざるとにかかわらず肥沃度の異なる心土および下層土が作土に混入されてくるものと思われる。

従って、各土層の改良、活用の可能性について検討し、明らかにしておくことは、火山灰地帯における土壤生産性を高める糸口を見出すための重要事項と考える。

第2節 土層改良対策

土層改良は、累層的に堆積

し、土壤を構成する各テフラの性質がきわめて不連続のまま残存する薄層火山性土地帯において思考された土層改良の一つのテクニックであって、土層を混合するか、または中間不良土層を排除するなど、良好な厚層の作土を造成しようとする考え方である。

従って、中間層にあまり難点がなければ混層耕または深耕等で済むが、中間層に何等かの欠点があり、かつその下層に良好な土層が存在すれば、改良反転客土耕が有効となろう。

下層に難透水層または保水性の過良な土層が存在するときは、土地は過湿となり、その程度および作物の種類により排水するか、保水性を改善するかが必要となる。

1. 心土肥培耕

十勝管内では、深く耕起することにより、心土にTo.c 火山灰やTa.d 火山灰などの新期風化火

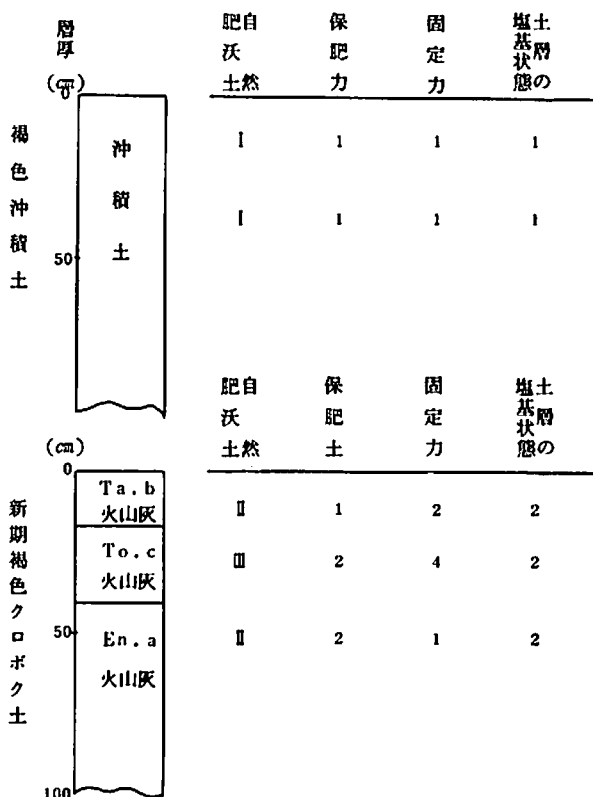


図-54 代表的土層断面の自然肥沃度区分

山灰土が存在する場合は、それらの火山灰が作土層に混入されるので、作物は著しい減収を招いている。この結果については岩淵らにより詳細な報告がなされている³⁴⁾。この傾向は近年、大型農業機械および寒地向きの根菜類などが導入され、耕土層が深まってきたことによりさらに助長された。

したがって、十勝中央部のように化学的に不良な火山灰土壌が作土下20～40cmの心土に存在するような地帯においては、根圏域を増大するために深耕すれば、これらの心土が混入され、作土の劣悪化を招き、作物収量の低下が著しい。このような化学的に不良な心土について、その深耕による作物減収の防止策およびさらに積極的に増収に結びつけていくために、心土の火山灰土の化学性改良として、心土に土壌改良資材を投入する心土肥培耕の効果について検討を試みた。この場合の土壌分類は、土壌属を用いた分類が適用される。

1) 試験方法

供試土壌は、心土に化学的に劣悪な新期風化火山灰土の存在する新期褐色クロボク土と新期黒色クロボク土を用いた。

これら供試土壌の心土の化学的特徴(図-55)は次のように要約できる。

すなわち、新期褐色クロボク土の心土の新期風化火山灰土は、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は6.0前後で比較的高

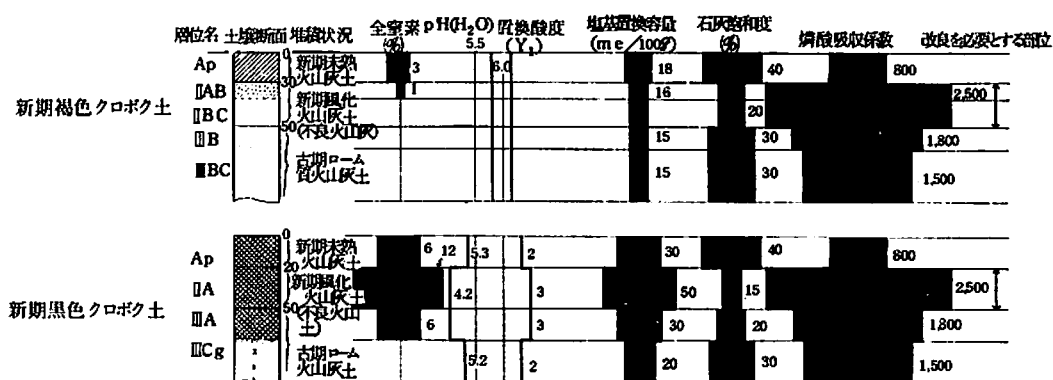


図-55 供試土壌の化学性の模式図

いが、石灰飽和度は20～30%で低い。

磷酸吸収係数は2,000～2,500で著しく大きい。腐植含量は5%以下、塩基置換容量は20Me以下で、土壌緩衝力の小さい土壌である。

また、新期黒色クロボク土の心土は、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は5.0～5.5で酸性を呈し、石灰飽和度は10～30%で低い。磷酸吸収係数は2,000～2,500で著しく大きい。また、腐植含量は10%以上、塩基置換容量は30Me以上で、土壌緩衝力の大きい土壌である。

なお、これらの心土を構成する新期風化火山灰土の粘土鉱物(図-56)は、アロフェンが主体である³⁴⁾。

このような地力保全基本調査における自然肥沃度がⅢ等級の心土に対して、改良目標のⅠ等級にすること、すなわち、その目標値は、石灰は石灰飽和度を60%に、また、磷酸は磷酸吸収係数を低下させることは不可能であるので、当面は有効態磷酸含量(Truog-P)を土壌100g当たり5mg以

上または $Al-P$ 、 $Ca-P$ の合計量が土壌 100 g 当たり 70 mg 以上を確保するための改良を試みた。

試験処理は①無処理区、②石灰単用区 (Ca 区)、③磷酸単用区 (P 区)、④石灰 + 磷酸併用区 ($Ca + P$ 区) の 4 区を基本に設定した。

なお、新期褐色クロボク土は、心土の新期風化火山灰土の置換性石灰含量が少なく、かつ磷酸吸収係数が大きく、一方では、土壌反応が高いためこの心土を改良するために、土壌改良資材としては、熔成磷肥、過磷酸石灰を施用し、カルシウムおよび磷酸の補給をねらった。

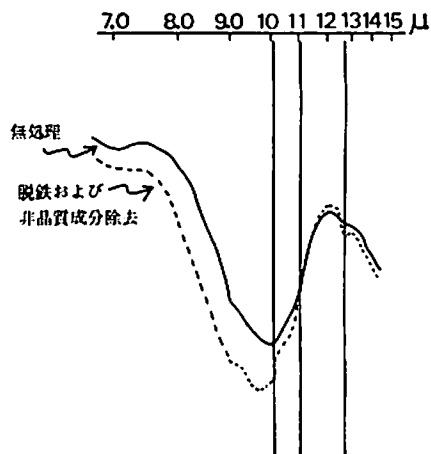


図-56 不良火山灰 (Tb, C_2) 粘土の IR スペクトル (1979 近堂)

新期黒色クロボク土の場合は、心土の新期風化火山灰土の性質からみて現在用いられている土壌改良資材の施用で問題がないと思われるので、石灰は炭酸カルシウム、磷酸は熔成磷肥を用いた。

以上のような処理方針に基づいて表-20に示すような具体的処理を設けた。

表-20 土壌別・試験地別の処理区別

土壌 試験地	処理区別	新期褐色クロボク土		新期黒色クロボク土					
		芽室町中伏古	芽室町下伏古	帯広市豊西	帯広市川西	清水町美盛	本別町勇足	芽室町祥栄	芽室町下鏡内
① 無処理区		○	○	○	○	○	○	○	○
② Ca 区	A	120	—	400	—	500	500	400	1,000
	B	—	—	—	—	—	—	800	—
③ P 区	A	210	350	500	—	—	—	500	350
	B	—	700	—	—	—	—	—	—
	C	—	350 (1:1)	—	—	—	—	—	—
	D	—	700 (1:1)	—	—	—	—	—	—
④ $Ca + P$ 区	A	120 + 210	—	400 + 500	120 + 100	—	—	400 + 500	1,000 + 350
	B	—	—	400 + 1,000	360 + 100	—	—	400 + 1,000	1,000 + 700
	C	—	—	—	—	—	—	—	1,500 + 700

注) 単位は 10a 当たり g である。

心土の化学性改良の方法としては、作土下 2.5 cm および 3.5 cm に土壌改良資材を投入した。なお具体的な土壌改良資材の投入は、心土肥培機が開発された⁴⁴⁾ので、それを用いて行なった (図-57)。

試験年次、供試作物および施肥量 (g/10a) は、木枠試験は、1968 年 (てん菜: $N, P, K = 18, 25, 18$) 1969 年 (大豆: $N, P, K = 2, 15, 10$)、1970 年 (イタリアンライグラス: $N, P, K = 12, 20, 12$) である。

なお、圃場試験については、農家の輪作体系に従っているので、供試作物および施肥量は農家慣行のとおりである。

試験規模は、木枠試験は 1 区 1.6 m² の 2 連制、圃場試験は 1 区 20a の 1 区制である。

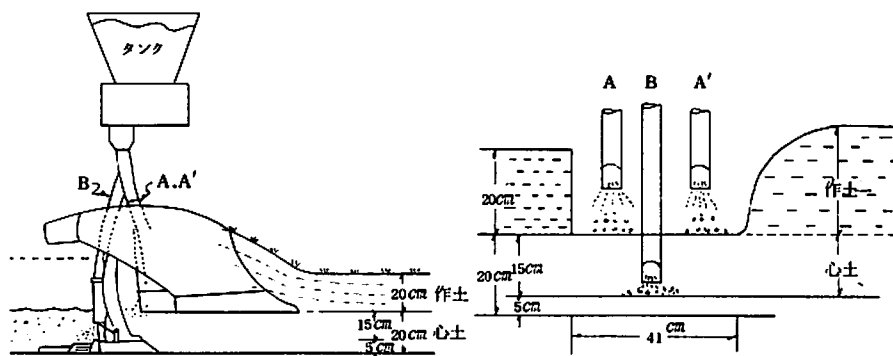


図-57 心土肥培機による土改資材の施用状況

2) 試験結果および考察

(1) 収量調査

土壌別の心土肥培耕の施行による作物増収効果を表-21に示す。その結果、新期褐色クロボク土では、心土肥培耕の効果は認められなかった。その理由は、本土壌の心土の新期風化火山灰土の化学的特性が石灰および燐酸に欠乏しているが、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は6.0以上で高いこと、および有機物含量が低いため土壌緩衝力の小さいことに基づくものと思われる。

一方、新期黒色クロボク土では、心土肥培耕の効果が認められた。その効果は、原土区100に対して心土肥培区は109～117を示した。これは本土壌の心土の新期風化火山灰土の化学的性質が、石灰および燐酸に欠乏しているが、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は5.6前後で酸性であること、および有機物含量が高く土壌緩衝力が大きいため、現在使用されている土壌改良資材の施用にあたって土壌の化学的問題の少ないことを示している。以上から、十勝管内における心土肥培耕の効果は、新期黒色クロボク土では認められたが、新期褐色クロボク土では認められず、土壌の種類により効果の異なることを示している。

なお、新期褐色クロボク土における心土肥培耕の効果は、現在用いられている炭酸カルシウム、熔成燐肥に代わる新たな土壌改良資材の開発に待たれるものである。

新期黒色クロボク土では、心土に投入する土壌改良資材の種類別効果をみると、年次、供試作物および各試験地を平均した場合は、CaおよびPの単用でそれぞれ9～12%の効果が得られ、またCa+Pの併用では17%の効果が得られた。

次に、心土肥培耕の効果を作物別にみると、てん菜では、CaおよびPの単用により、それぞれ13～15%の増収効果が得られ、Ca,Pではほぼ等しい効果を示し

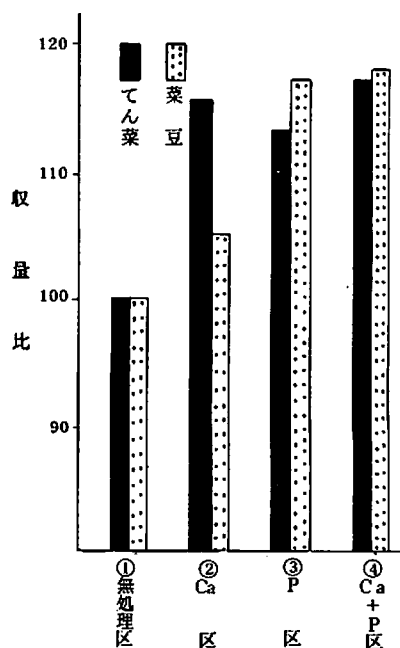


図-58 新期黒色クロボク土における心土肥培耕の作物別、土改資材別の効果

表-21 土壌別・試験地別・年次別の心土肥培耕の収量調査結果

• 1.6 ㎡当り kg

供 試 土 質		新 期 褐 色 ク ロ ボ ク 土				新 期 黒 色 ク ロ ボ ク 土														
処理 区別	試験地	芽室町中伏古		芽室町下伏古		処理 別平均	帯 広 市 豊 西		帯 広 市 川 西		清 水 町 美 菱		本 別 町 勇 足		芽 室 町 祥 栄		鹿 追 町 下 幌 内			処理 別平均
	試験年次	1970	1971	1969	1970		1969	1970	1972	1973	1972	1973	1972	1973	1969	1970	1968	1969	1970	
	供試作物	てん菜	ばれい し	大 豆	イタリア ソイグラス		てん菜	菜 豆	てん菜	ばれい し	とうも ろ	てん菜	大 豆	菜 豆	菜 豆	菜 豆	菜 豆	てん菜	大 豆	
① 無 処 理 区 (kg/10a)		100 (5.040)	100 (3.615)	100 (388)	100 (3.913)	100	100 (5.328)	100 (155)	100 (4.560)	100 (4.496)	100 (7.080)	100 (5.370)	100 (188)	100 (6.060)	100 (129)	100 (193)	100 (9.354)	100 (372)	100 (2.618)	100
② Ca 区	A	4.637 (92)	3.940 (109)	-	-	101	5.594 (105)	157 (101)	-	-	7.292 (103)	6.122 (114)	205 (109)	7.332 (121)	135 (105)	203 (105)	11.224 (120)	402 (108)	2.879 (110)	109
	B	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	149 (116)	203 (105)	-	-	-	
③ P 区	A	5.141 (102)	3.723 (103)	399 (103)	3.599 (92)	97	5.967 (112)	186 (120)	-	-	-	-	-	-	152 (118)	222 (115)	10.102 (108)	387 (104)	2.775 (106)	112
	B	-	-	431 (111)	3.522 (90)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	-	-	395 (102)	3.404 (87)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	D	-	-	368 (95)	3.404 (87)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
④ Ca+P区	A	5.191 (103)	3.868 (107)	-	-	105	5.968 (112)	178 (115)	5.062 (111)	4.946 (110)	-	-	-	-	156 (121)	214 (111)	12.441 (133)	413 (111)	3.193 (112)	117
	B	-	-	-	-		5.434 (102)	189 (121)	5.289 (116)	5.035 (112)	-	-	-	-	186 (144)	239 (124)	11.786 (126)	454 (122)	2.879 (110)	
	C	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.850 (116)	491 (132)	2.670 (102)	

表-22 新期黒色クロボク土の心土肥培耕による作物増収効果の内容(無処理区100として比)

供試作物		てん菜				菜豆					大豆	
試験地		帯広市清川		幕別町南勢		帯広市豊西					鹿追町下幌内	
調査年月日		1970		1971		1969.7.14	1969.7.22		1969.9.17		1969	
調査項目		根 廻	根 長	根 廻	根 長	草 丈	草 丈	分枝数	草 丈	莢 数	粒 重	
処理 区別	① 無処理区	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	② Ca 区	98	108	97	109	109	97	107	94	98	102	
	③ P 区	97	106	93	113	99	101	117	88	107	104	
	④ Ca+P区	104	108	97	105	105	107	114	94	110	104	

た。しかし、菜豆では、Ca の効果は 5 % で低い、P の効果は 17 % で高い値を示した。これは磷酸資材の施用により根粒活性が高められたこともその効果の 1 要因と思われる。

すなわち、作物別心土肥培耕の効果は、施用する土壌改良資材の種類がちがいに異なることが認められ（図-58）ており、心土肥培耕を実施する場合に作付作物および農業形態などにより、投入する土壌改良資材の種類を考慮する必要性のあることが予想された。

（2）作物的に見た増収効果の内容

作物収量が、心土肥培耕の施行により増収を示した内容を収穫期における作物調査結果から検討した（表-22）。てん菜の心土肥培耕の効果は、無処理区に比較し、てん菜根についてみると根周には差は認められないが、根長には 5～10 % の効果が得られており、心土肥培耕の施行により増収した作物的原因の 1 つとして根長の増大が関係しているものと推定された。これは心土肥培耕の施行によりてん菜の根圏土壌の作土と心土の不連続となっていたものが解消されたことによるものと思われる。このことは作物根の伸長し得る土層全体が肥沃な沖積土におけるてん菜根の形状と類似の傾向を示していることから心土肥培耕による作物増収を示したことが支持されよう。

また、豆類に対する心土肥培耕の効果は、分枝数および粒重に反映されており、これが増収に結びついた作物的原因と思われる。

なお、豆類の着莢数は、磷酸の施用により増加し、石灰の施用ではむしろ減少の傾向を示しており、これは、先に述べた菜豆の収量に対する石灰の効果が低く、磷酸の効果が高いことと関連があるものと思われる。

（3）土壌分析からみた作物増収効果

心土肥培耕施行後の土壌分析結果を表-23に示す。

新期褐色クロボク土は、先にのべたごとく心土肥培耕の効果が認められなかった土壌である。この理由を土壌分析との関係でみると、心土の石灰含量を高めるために、熔成磷肥 10a 当り 350kg 施用したが、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は目標値に達したが、石灰飽和度は目標値におよんでいない。

しかし、熔成磷肥を 10a 当り 700kg 施用では、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ 、石灰飽和度とも、それぞれ目標値に達したが、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は高まりすぎてアルカリ性となった。

また、熔成磷肥と過磷酸石灰の等量施用では、10a 当り 350kg 施用で、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ 、石灰飽和度とも目標値に達していないが、10a 当り 700kg 施用では、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ 、石灰飽和度とも目標値に達することが出来た。しかし、作物の収量は土壌分析値と対応した値を得ることはできなかった。したがって、新期褐色クロボク土の心土の化学性改良を要する土壌改良資材は、現在用いられている熔成磷肥などでは作物の増収効果は期待出来ない、土壌の石灰、磷酸含量を PH を高めないので

改良可能な資材や、土壌の緩衝力を高められるような有機質資材などの新しい土壌改良資材の開発が望まれる。

新期黒色クロボク土の場合は、心土肥培耕の作物増収効果が明瞭に認められた土壌である。この効果を、土壌分析との関係でみると、第1に、本土壌の心土の新期風化火山灰土は、石灰飽和度およびPHが低いので、炭酸カルシウム10a当り1,000kgの施用によりPH(H₂O)および石灰飽和度とも目標値に達することができた(図-59)。

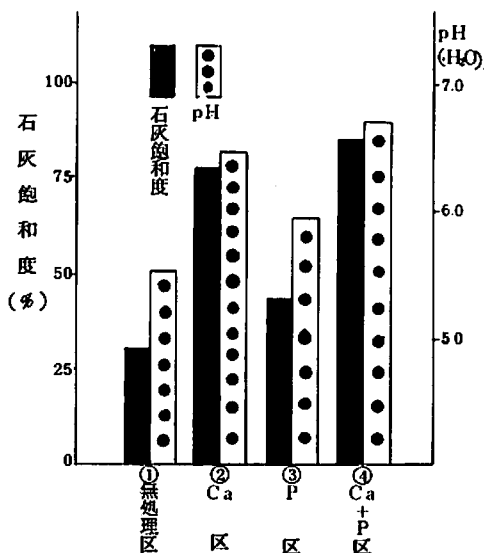


図-59 新期黒色クロボク土の心土肥培耕によるPHと石灰飽和度(鹿追町下幌内試験地)

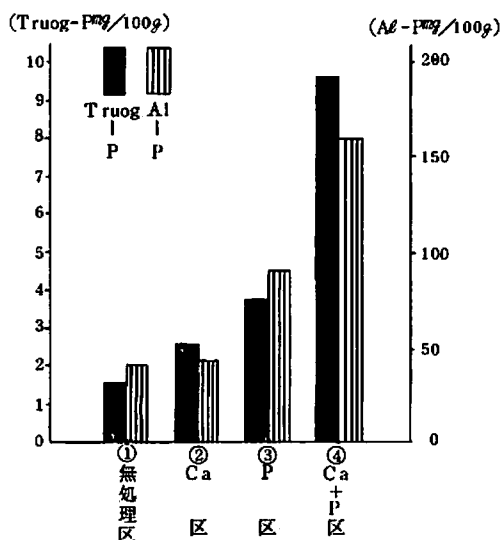


図-60 新期黒色クロボク土の心土肥培耕による有効態磷酸(鹿追町下幌内試験地)

第2に、本土壌の心土は、磷酸吸収係数の大きいこと、および有効態磷酸含量の少ないことが指摘される。

火山灰土の磷酸質資材の施用について山本は、土壌の磷酸基準をAl-P含量70mg/100gとし、それ以下の場合、磷酸施用の効果のあることをあげ、火山灰土では磷酸含量はAl-Pとして70mg/100g以上を確保すべきであると提言している⁴⁰⁾。筆者らも、磷酸質資材の施用によるAl-Pの確保と、石灰質資材の施用によるAl-Pの有効化について検討した。その結果、磷酸質資材の施用により磷酸が富化され、また、石灰質資材の施用により磷酸の有効化が認められた(図-60)。なお、石灰質資材の施用により磷酸の有効化を示したのは、本土壌の不良要因の1つである活性アルミニウム

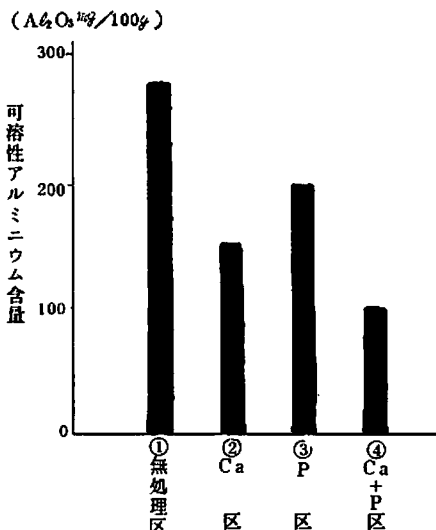


図-61 新期黒色クロボク土の心土肥培耕による活性アルミニウム(鹿追町下幌内試験地)

表-23 心土肥培耕施行跡地の心土(20~40cm)の分析結果

土 壤 区 分	処 理 区 別	硬 度 (山中硬度 計のよみ)	三 相 分 布 (%)			置換性塩基(mg/100g)石灰飽和度(%)			Truog-P (mg/100g)	型 態 別 磷 酸 (mg/100g)			全炭素 (%)	全窒素 (%)	土壌微生物 $\times 10^4$ /1g 細 菌
			固 相	液 相	気 相	MgO	K ₂ O	和 度 (%)		Ca-P	Al-P	Fe-P			
新 期 褐 色 ク ロ ボ ク 土 (芽室町下伏古)	① 無処理区	18-20	30	42	28	28.2	8.0	32.9	0.3	0.1	23.8	2.6	1.06	0.10	263
	③ P 区 A	16-20	32	38	30	49.3	9.0	40.2	0.8	4.2	69.2	5.9	-	-	-
	③ " B	-	-	-	-	92.7	6.0	70.1	2.6	4.6	134.2	8.9	1.44	0.13	1369
	③ " C	-	-	-	-	34.2	5.0	45.7	0.6	1.4	59.6	3.1	-	-	-
	③ " D	-	-	-	-	48.3	5.0	64.6	3.4	10.5	157.4	5.5	1.31	0.13	1362
新 期 黒 色 ク ロ ボ ク 土 (鹿追町下峯内)	① 無処理区	18-20	28	52	20	35.3	6.0	31.7	0.8	0.6	30.0	6.6	10.10	0.75	950
	② Ca 区	16-20	28	49	23	44.3	7.0	68.6	1.6	1.1	38.0	9.0	10.89	0.79	1348
	③ P 区	-	-	-	-	96.7	7.5	42.6	3.8	6.3	89.0	18.3	11.07	0.80	983
	④ Ca+P区A	-	-	-	-	72.4	5.5	83.4	6.0	10.5	155.2	25.0	11.55	0.83	2004
	④ " B	-	-	-	-	139.1	6.0	96.2	2.6	24.7	227.0	32.9	-	-	-
	④ " C	-	-	-	-	104.8	6.0	106.2	8.0	30.1	261.2	35.1	-	-	-

表-24 生育および収量調査結果

処 理 区 別	1973 (とうもろこし)				1974 (えん 麦)				1975 (菜 豆)					
	草 丈		全乾重 (g/m ²) 比	子実重 (g/m ²) 比	草 丈		全乾重 (g/m ²) 比	子実重 (g/m ²) 比	草 丈	莖葉重 (g/m ²) 比	根部重 (g/m ²) 比	子実重 (g/m ²) 比	100粒重 (g/100粒) 比	
	7月21日 (cm) 比	9月27日 (cm) 比			7月 9日 (cm) 比	8月25日 (cm) 比			7月15日 (cm) 比					
① Ta-b	57 100	206 100	592 100	346 100	51 100	90 100	438 100	236 100	24 100	42 100	9 100	60 100	58 100	
② Ta-b 改良区	76 133	215 104	1043 134	756 218	54 106	92 102	478 109	264 112	26 107	48 115	11 128	76 127	60 103	
③ 埋没沖積土	28 49	154 75	49 18	8 2	49 96	90 100	438 100	190 81	28 117	74 177	13 144	95 159	59 101	
④ 埋没沖積土改良A区	69 121	179 87	282 75	70 20	56 110	94 104	459 105	212 90	31 129	81 194	16 183	117 195	62 107	
⑤ 埋没沖積土改良B区	74 130	197 96	414 89	178 50	59 116	95 106	468 107	226 96	34 140	105 249	18 205	131 219	60 103	

が石灰の施用によりおさえられたことによるものと推察された(図-61)。

なお、磷酸質資材の施用は、磷酸吸収係数の5%を目標に、心土20cmを改良するために、熔成磷肥で10a当り300~400kg程度の施用が必要と思われる。

第3に、心土肥培耕により心土の化学性を改良したことが、心土の作物根の分布にどのように影響を及ぼしているかについて、心土の有機物含量を調査した。その結果、心土肥培耕により心土の全炭素および全窒素含量とも原土区より高い値を示しており、心土肥培耕の施行により、心土が養分的に富化され、作物根が心土にまで達していることを間接的によみとることができた。

また、第4に、心土肥培耕の施行による微生物性についてみると、心土の細菌数が高まっておりとくに作物収量との関係が深いとされている色素耐性菌の多くなっていることが見出された。

土壌の理学的性の変化についてみると、土壌硬度は心土肥培区で幾分軟かくなっている程度である。

また、三相分布は、心土肥培区で幾分気相率が増大し、液相率が低下の傾向にある。しかし、これらの変化はいずれも小さく、この理由は両土壌とも化学的に改良を必要とする新期風化火山灰土であるため、本来理学的に問題の少ない土壌であるからと思われる。

2. 混 層 耕

混層耕とは、相当良好な表土が存在しても、その層厚が比較的薄く作物根の伸長が制限されている場合、もし下層に良好な土層が存在するか、あるいは表層があまりにも腐植の含量が多すぎ、下層に存在する土層と混層することにより人為的に制御し易い土層が作り出せると判断できるような場合に行われる改良法で、必ずしも火山灰土の層に限ったものではない。

十勝地方においては、表層を構成する土壌よりも下層に埋没している土壌の方が優良である場合がある。とくに、火山灰地では各種の火山灰層が累層したり、火山灰以外の土壌と互層をなしたりすることがしばしばある^{21, 22, 23, 24, 25, 126, 128, 130, 140}。

本項ではこのような埋没土の活用法について検討しようとするものである。すなわち、表層(20±5cm)を構成する新期末熟火山灰土よりも、それ以下に埋没している沖積土、洪積土および古期ローム質火山灰土などの活用方法として混層耕を取り上げ、作物生産性を高める耕土層の造成について検討を試みた。

なお、この場合の土壌分類は土壌属を用いた分類が適用される。

1) 表層火山灰土と埋没沖積土の生産力比較

(1) 試験方法

先づ、表層火山灰土と、それに覆われている埋没沖積土の性格を知り、それらの混層等による埋没土の活用の可能性を検討するために、供試土壌として火山灰表層褐色沖積土をとりあげ、表層の火山灰土と埋没沖積土との生産力を比較検討した。

処理区分は、①火山灰土区 ②火山灰土改良区(熔成磷肥10a当り300kg) ③埋没沖積土区 ④埋没沖積土改良A区(熔成磷肥10a当り300kg) ⑤埋没沖積土改良B区(熔成磷肥10a当り300kg、堆肥10a当り2ton)の5区を設けた。

試験規模は、1区1㎡の現地木枠試験の3連制である。試験年次、供試作物、施肥量(kg/10a)は、1973年(とうもろこし: N, P, K = 12.0, 15.0, 10.0), 1974年(えん麦: N, P, K = 4.0, 10.0,

8.0), 1975 年 (菜豆 : $N : P : K = 3.5, 12.0, 10.0$) である。

(2) 試験結果および考察

① 生育、収量調査

生育、収量調査結果を表-24に示した。

火山灰土と埋没沖積土の草丈を比較すれば、初年目は埋没沖積土は火山灰土よりいずれも低く、2年目には両者の差は殆んどみられなく、3年目には埋没沖積土は明らかに火山灰土より高い値を示した。

また、子実収量は、初年目、2年目までは埋没沖積土が火山灰土をこすことはなかったが、3年目にはいずれも埋没沖積土が火山灰土を上まわった。また、埋没沖積土の中では、処理区別と対応して、土壌改良資材および土壌改良資材+堆肥を伴ったものが高い値を示した。

以上から、埋没沖積土の作物生産力は、火山灰土に比較し高いものと推定された。

② 土壌の NH_4 および K_2O 保持力

火山灰土より埋没沖積土で、作物生産性の高いことが認められたので、つぎにその要因を窒素、加里の土壌分析により検討した。

窒素については、 NH_4 で飽和させ、 KCl で NH_4-N を順次抽出していった場合、火山灰土では初期から早い速度で NH_4-N の溶出を示し、その溶出ピークは早期に、かつその後のおち込みも急激なことが認められた。これに対して、埋没沖積土では、初期に溶出が遅れるが、最大溶出ピークは火山灰土に比較して後期にずれ、さらにその後の落ち込みも緩慢であった。

以上から、沖積土は現在の作土層である火山灰土より NH_4-N の保持力の高いことを示している (図-62)。このことは、粘土鉱物がアロフェンを主体とする火山灰土と同様の傾向である^{6,10)}。

加里については、 HCl の連続浸出によって溶出されてくる加里量は、埋没沖積土は火山灰土に比較して初期から高く、それが後期まで高い値で経過した (図-63)。

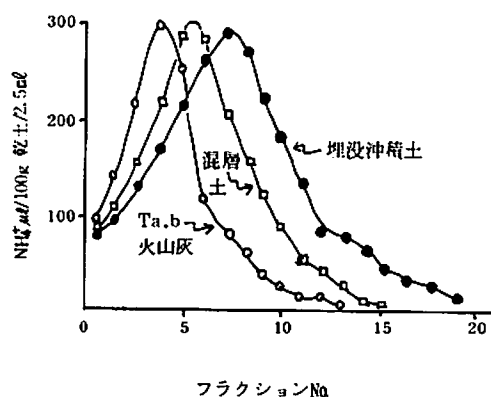


図-62 混層耕施行土層の NH_4^+ 放出パターン (大樹試験地)

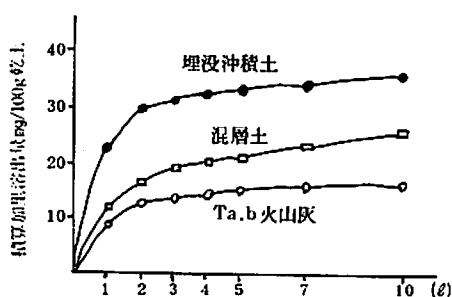


図-63 混層耕施行土層の加里放出特性 (大樹試験地)

以上、埋没沖積土の作物生産性の高い要因としては、火山灰土に比較して NH_4-N および加里の放出量の高いことがそのひとつと思われる。

2) 火山灰土と各種埋没土との混層の効果

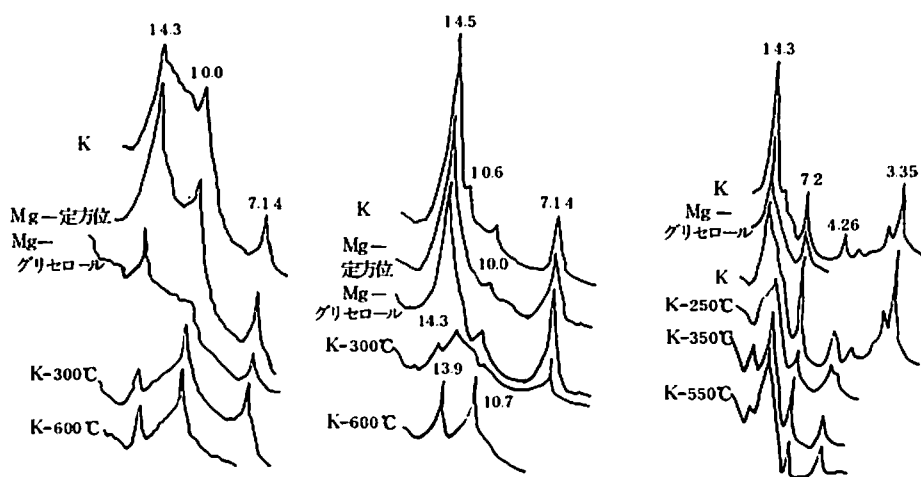
表層の火山灰土よりも埋没土の方が作物生産性の高いことが認められたので、これらの埋没土の活用法として、各種埋没土と表層の火山灰土とを混合する混層耕を実施し、その作物生産性について検討した。

(1) 試験方法

供試土壌は、①火山灰表層褐色森林土 ②火山灰表層褐色沖積土 ③古期ローム質褐色クロボク土を用いた。これら土壌の理化学性は表-25に、粘土鉱物組成は図-64に示す。

表-25 土壌断面の理化学性

供試土壌	層 名	層 厚 (cm)	理 学 性			化 学 性											
			粘土 含量 (%)	土 性	腐植 量 (%)	PH	C.E.C (H ₂ O) mg/100g	置換性塩基 (me/100g)			石 灰 飽和度 (%)	磷酸吸 収係数	TruqrP mg/100g	微 量 要素(ppm)			
								CaO	MgO	K ₂ O				Cu	Zn	Mn	
火山灰表層 褐色森林土	Ap	0~20	20.2	CL	9.7	6.0	28.0	13.2	3.2	0.7	47.1	1,500	5.6	15	25	260	
	IIA	20~26	20.4	CL	7.8	5.8	28.0	11.6	2.0	0.2	41.4	1,950	tr	35	63	800	
	IIAB	26~46	11.3	L	-	5.6	19.6	11.2	1.4	0.2	57.1	1,920	tr	33	60	750	
	IIB	46~67	8.7	L	-	5.6	12.0	3.6	1.0	0.4	29.5	1,740	tr	30	59	625	
	IIBC	67~	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
火山灰表層 褐色沖積土	Ap	0~20	8.6	SL	5.2	5.8	13.9	3.4	1.0	0.2	24.4	920	12.7	17	23	150	
	IIAB	20~46	7.5	L	4.1	5.9	20.1	7.1	1.4	0.3	35.2	1,440	tr	39	85	600	
	IIB	46~84	5.0	SL	-	5.7	12.8	2.8	1.4	0.6	22.1	1,240	tr	35	80	630	
	IIC	84~	7.0	SL	-	5.7	9.5	1.3	1.0	0.3	-	980	tr	31	75	500	
古期ローム 質褐色クロ ボク土	Ap	0~22	3.6	SL	3.2	5.9	7.2	2.9	0.5	0.3	40.4	603	tr	20	30	200	
	IIAB	22~30	23.9	CL	7.9	5.9	17.9	3.4	0.5	0.5	19.2	1,975	0.6	30	63	700	
	IIB	30~45	17.9	CL	-	5.7	14.1	1.4	0.5	0.4	10.1	1,709	tr	28	60	750	
	IIBC ₁	45~60	13.6	SL	-	5.7	13.1	0.7	1.4	0.4	5.5	1,553	tr	28	62	800	
	IIBC ₂	60~	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



(火山灰表層褐色森林土 IIAB層) (火山灰表層褐色沖積土 IIAB層) (古期ローム質褐色クロボク土 IIAB層)

図-64 供試土壌の粘土鉱物組成 (X線回折図)

火山灰表層褐色森林土は、Ap層の火山灰土は、心上の褐色森林土と比較し、粒径組成、容積重および化学性はほぼ類似するが、磷酸吸収係数は火山灰土より、IIAB層で若干高い。IIAB層の粘土

鉱物はイライトを主体とし、アルミナ・パーミキュライト、クロライトを含む2：1型の結晶性粘土鉱物からなる。

火山灰表層褐色沖積土は、A P層の火山灰土は、心土の埋没沖積土に比較して、理化学性はほぼ類似するが、化学性は塩基置換容量、置換性石灰および微量要素含量が高い。磷酸吸収係数は、表層の火山灰土より埋没沖積土で大きな値である。埋没沖積土のⅡAB層の粘土鉱物は、アルミナ・パーミキュライトを主体とし、クロライト、イライトを副次的に含む結晶性粘土鉱物からなる。

古期ローム質褐色クロボク土は、A P層の新期末熟火山灰土は、埋没している古期ローム質火山灰土と比較し、粘土含量、塩基置換容量、微量要素含量とも少ない。また、磷酸吸収係数は、古期ローム質火山灰土で大きい。古期ローム質火山灰土のⅡB層の粘土鉱物は、加水ハロイサイトを主体とし、ギブサイトを含んでいる。

処理区別は ①原土区（火山灰のA P層） ②混層区（火山灰と埋没土を1：1で混合） ③混層改善A区（②+磷酸資材） ④混層改善B区（③+堆肥）の4区を設けた。

混層改善区の土壌改良資材量は、火山灰表層褐色森林土および火山灰表層褐色沖積土の混層改善A区は、10a 当り 150kg の熔成磷肥を施用した。また、混層改善B区は、混層改善A区に、さらに10a 当り 2 ton の堆肥を併用した。

古期ローム質褐色クロボク土の混層改善A区は、熔成磷肥を10a 当り 170kg を施用した。また、混層改善B区は、混層改善A区に堆肥を10a 当り 2 ton を併用したものである。

年次別の供試作物および施肥量（kg/10a）は、各試験地とも1972年（えん麦：N, P, K = 4.0, 10.0, 8.0）1973年（てん菜：N, P, K = 16.0, 25.0, 18.0）である。試験規模は1区1.6㎡、現地木枠試験の3連制である。

③ 試験結果および考察

A 生育および収量調査

火山灰土と埋没土とを混合した混層耕の生育初期および収穫期における草丈の状況は、原土区の火山灰土に比較し、混層したものでまさる傾向が認められた。また、混層時に土壌改良資材および堆肥を施用した場合はさらにまさる傾向が認められた（表-26）。

収量調査結果（表-27）は、火山灰表層褐色森林土では、初年目のえん麦の収量は、原土区と混層区ではほぼ同じ値を示したが、混層改善区では幾分高まる値を示した。なお、混層改善B区は原土区より低い値を示したが、その理由は不明である。2年目のてん菜の収量は、原土区に比較し、混層区、混層改善A区、B区とも10%前後の増収が得られた。

火山灰表層褐色沖積土においては、初年目のえん麦の収量は、混層区、混層改善A区とも原土区とはほぼ同じ値を示し、混層による効果は認められなかった。しかし、堆肥を施用した混層改善B区の効果は20%の増収が得られた。2年目のてん菜の収量は、混層区で5%、混層改善A区で16%、混層改善B区で25%と、それぞれ高い増収効果が得られた。

古期ローム質褐色クロボク土では、初年目のえん麦の収量は、原土区に比し混層区の効果は認められなかったが、混層改善A区、B区では約10%の効果が認められた。2年目のてん菜の収量は原土区に比較し混層区で7%、混層改善A区、B区で12～15%の増収効果が認められた。

表-26 土壌別・試験地別・年次別の混層耕の生育調査結果

供試土壌 年次 供試作物 調査時期 処理区別	火山灰表層褐色森林土					火山灰表層褐色沖積土					古期ローム質褐色クロボク土				
	1971					1972					1971				
	えん麦					てん菜					えん麦				
	45日目	収穫期	45日目	45日目	収穫期	45日目	45日目	収穫期	45日目	45日目	45日目	収穫期	45日目	45日目	45日目
調査項目	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	草丈 (cm)	葉数 (枚)
① 原土区	68	114	21	26	12	54	98	18	34	9	61	114	20	40	11
② 混層区	71	114	22	26	14	56	100	17	36	11	66	116	21	38	11
③ 混層改善A区	72	115	21	27	14	58	99	17	38	11	68	115	21	42	11
④ 混層改善B区	70	116	22	28	13	59	108	19	37	11	67	124	23	43	12

表-27 土壌別・試験地別・年次別の混層耕の収量調査結果（原土区を100とした収量比）

供試土壌 年次 供試作物 処理区別	火山灰表層褐色森林土			火山灰表層褐色沖積土			古期ローム質褐色クロボク土		
	1971	1972	平均	1971	1972	平均	1971	1972	平均
	えん麦*	てん菜*		えん麦*	てん菜*		えん麦*	てん菜*	
	えん麦*	てん菜*		えん麦*	てん菜*		えん麦*	てん菜*	
① 原土区	999 (100)	8,300 (100)	100	602 (100)	9,700 (100)	100	810 (100)	10,200 (100)	100
② 混層区	1,000 (100)	9,130 (110)	105	602 (100)	10,185 (105)	103	818 (101)	10,914 (107)	104
③ 混層改善A区	1,058 (106)	8,881 (107)	107	614 (102)	11,252 (116)	109	883 (109)	11,424 (112)	111
④ 混層改善B区	1,019 (102)	9,379 (113)	108	776 (129)	12,125 (125)	127	923 (114)	11,730 (115)	115

注) () は $g/1.6m^2$ ・乾物重 ** 生重

以上、2ヶ年の収量調査結果を総合すると、初年目は、原土区に比較し混層区で幾分まさる程度であったが、2年目には混層耕の効果が明らかに認められた。なお土壌改良資材および堆肥を併用した混層改善A区、混層改善B区では施行初年目から高い効果が得られた。

B 土壌分析

表層の火山灰土より、火山灰土と埋没土とを混層したもので、作物の増収が認められたので、次

表-28 土壌別・混層耕施行跡地の土壌分析結果

供試土壌	処理区別	理 学 性			化 学 性									
		粘土 含量 (%)	土 性	腐植 含量 (%)	PH (H ₂ O)	C.E.C me/100g	置換性塩基 (me/100g)			陽イオン 交換係数	有効態 有機炭素 mg/100g	微量要素 (ppm)		
							CaO	MgO	K ₂ O			Cu	Zn	Mn
火山灰表層 褐色森林土	① 原土区	20.2	CL	9.8	6.0	28.0	13.2	3.1	0.6	1,500	5.4	15	25	251
	② 混層区	16.0	CL	6.2	5.9	24.1	11.9	2.2	0.3	1,720	1.2	25	35	500
	③ 混層改善A区	17.2	CL	5.8	5.9	23.2	14.6	3.5	0.4	1,680	8.0	27	34	480
	④ 混層改善B区	16.6	CL	5.9	6.1	25.0	16.0	3.7	0.8	1,680	10.6	30	36	470
火山灰表層 褐色沖積土	① 原土区	8.4	SL	5.2	5.8	13.8	3.4	1.0	0.2	920	12.0	16	25	155
	② 混層区	8.2	SL	4.3	5.8	15.0	5.0	1.2	0.2	1,200	3.0	30	50	450
	③ 混層改善A区	8.0	SL	4.1	6.1	16.2	6.2	1.8	0.2	1,220	12.0	30	52	423
	④ 混層改善B区	8.0	SL	4.5	6.0	18.1	6.8	1.8	0.3	1,140	15.0	32	50	460
古期ローム質 褐色クロボク土	① 原土区	3.5	SL	3.4	5.9	7.0	2.9	0.6	0.3	620	2.0	21	28	183
	② 混層区	16.2	CL	5.2	5.9	10.8	3.0	0.4	0.4	1,400	tr	23	40	550
	③ 混層改善A区	18.0	CL	5.0	6.1	11.2	3.2	0.7	0.3	1,320	5.0	22	36	535
	④ 混層改善B区	17.3	CL	5.6	6.2	12.8	3.6	1.0	0.5	1,420	8.2	26	38	560

にこの原因について土壌分析との関係で検討した。混層耕の施行後における土壌の理化学的性の分析結果を表-28に示す。

火山灰表層褐色森林土では、混層区は、原土区に比較し、粘土含量、腐植含量、塩基置換容量、有効態磷酸含量および置換性塩基含量が低下し、磷酸吸収係数、微量元素含量が高まった。なお、混層改善A区、B区はともに養分量が高まった。

火山灰表層褐色沖積土では、混層区は、原土区に比較し、腐植含量、有効態磷酸含量が低下し、塩基置換容量、置換性塩基含量が高まった。なお、混層改善A区、B区はともに養分量が高まった。

古期ローム質褐色クロボク土では、混層区は、原土区に比較し、粘土含量、腐植含量、塩基置換容量、磷酸吸収係数、微量元素含量などが高まり、有効態磷酸含量が低下した。しかし、混層改善A区、B区はともに養分含量が高まった。

以上、混層耕により、作物の生産性が高められた要因を土壌分析から検討した結果、土壌の種類によりその要因の異なることが認められた。すなわち、混層耕の施行により、作土層は粘土含量の増加および粘土の質の改善が行なわれ、これらが総合的に作物の生育、収量に作用したものとされる。

3) 火山灰土と埋没沖積土との混層耕の現地実証試験

(1) 試験方法

埋没土の生産性の高いことが、明らかとなったので、次に埋没土の中から分布面積の広い火山灰表層褐色沖積土を取り上げ、現地圃場における混層耕の効果を検討した。

処理区別は ①原土区(火山灰土) ②混層区(表層の火山灰土と心土の埋没沖積土を1:1に混合) ③混層改善区(②に土壌改良資材を併用)を設けた。

供試作物は、農家の輪作体系に従った。また、各作物の施肥量は農家の慣行施肥量である。試験規模は1区20aの1区制である。試験年次は1971～1975年である。

供試機械は、作土(0～20cm)と心土(20～40cm)を混層するため2段混層耕プラウが試作、開発された⁴⁰⁾のでそれを使用した。

(2) 試験結果および考察

① 生育および収量調査

生育調査結果として、浦幌試験地の生育経過をみると、草丈は、生育の前半ですでに混層区が原土区よりまさっており、それが生育の後半まで維持され増収に結びついたものと思われる(表-29)。

収量調査結果(表-30)は、各試験地とも原土区の火山灰土に比較し、混層区および混層改善区とも増収を示し、混層による効果が認められた。

表-29 浦幌試験地における混層耕の生育調査(1973てん菜)

調査時期	7月20日			8月6日			8月22日		
	草丈	葉数	根周	草丈	葉数	根周	草丈	葉数	根周
調査項目	(cm)	(枚)	(cm)	(cm)	(枚)	(cm)	(cm)	(枚)	(cm)
処理区別	(cm)	(枚)	(cm)	(cm)	(枚)	(cm)	(cm)	(枚)	(cm)
① 原土区	46	19	16	53	22	20	57	29	29
② 混層区	49	19	16	53	26	23	62	29	31
③ 混層改善区	47	23	18	54	25	26	65	30	32

表-30 試験地別・年次別の混層耕の収量調査結果

処理区別	試験地 年次 供試作物	中札内 A			中札内 B			清 水		土 硯		更 別				大 樹			浦 硯			平 均
		1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1973	1974	1975	1972	1973	1974	1975	1973	1974	1975	1973	1974	1975	
		ばれい しよ	てん菜	大 豆	ばれい しよ	てん菜	大 豆	てん菜	てん菜	秋小麦	ばれい しよ	てん菜	ばれい しよ	てん菜	大 豆	大 豆	ばれい しよ	てん菜	てん菜	小 豆	てん菜	
① 原 土 区		5,240 (100)	4,380 (100)	249 (100)	4,980 (100)	4,680 (100)	246 (100)	5,380 (100)	3,780 (100)	330 (100)	4,700 (100)	3,540 (100)	4,100 (100)	3,620 (100)	187 (100)	250 (100)	3,870 (100)	4,600 (100)	5,340 (100)	242 (100)	3,760 (100)	100
② 混 層 区		5,712 (109)	4,642 (106)	261 (105)	5,478 (110)	5,288 (113)	253 (103)	5,703 (106)	4,120 (109)	369 (112)	4,888 (104)	3,788 (107)	4,223 (103)	3,764 (104)	190 (102)	285 (114)	4,179 (108)	5,014 (109)	6,835 (128)	290 (120)	4,023 (107)	109
③ 混層改善区		6,235 (119)	4,862 (111)	276 (111)	5,378 (108)	5,475 (117)	268 (109)	5,649 (105)	4,536 (120)	409 (124)	5,405 (115)	4,425 (125)	4,428 (108)	4,308 (119)	194 (104)	280 (112)	4,024 (104)	5,244 (114)	6,836 (128)	261 (108)	383 (102)	114

注：() は kg/10a

表-31 混層耕による作物増収効果の内容（原土区 100 とした比）

処理区別	供試作物 年次 調査項目	て ん 菜										大 豆					
		更 別		中札内 A		中札内 B		清 水		清 水		中札内 A		中札内 B		大 樹	
		1972		1972		1972		1971		1973		1973		1973		1973	
		根 周	根 長	根 周	根 長	根 周	根 長	根 周	根 長	根 周	根 長	着莢数	粒 重	着莢数	粒 重	着莢数	粒 重
① 原 土 区 (実数%)		100 (32)	100 (14)	100 (33)	100 (14)	100 (36)	100 (15)	100 (31)	100 (14)	100 (32)	100 (15)	100	100	100	100	100	100
② 混 層 区		102	107	103	114	107	103	115	119	103	107	105	100	104	101	102	102
③ 混層改善区		111	109	103	119	102	110	108	119	103	107	110	102	109	103	110	104

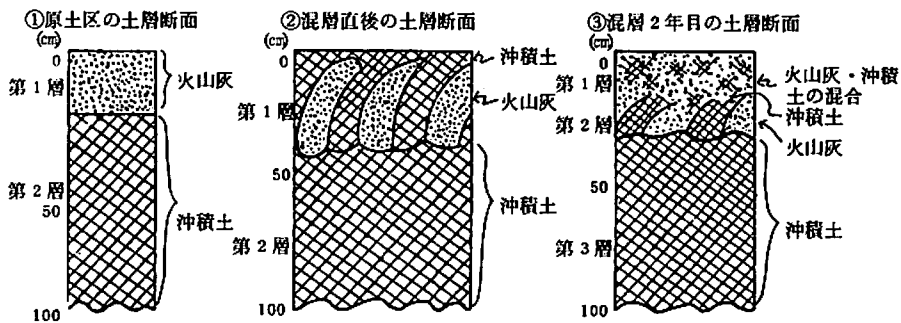
混層耕による作物の増収効果について収穫期における作物の個体調査結果（表－31）を、てん菜の根の調査でみると、各試験地とも原土区に比し混層区では、根周で5～7%増、根長では10～15%増の効果が認められた。これは前節で報告したてん菜の心土肥培耕の増収要因が根長の増大にあったのとは異なる傾向であった。この理由は、心土肥培耕は心土の化学性の改良であるのに、混層耕は根圏土壌の理化学性、粘土鉱物等が総合的に改良され、それが作物の生育・収量に反映された結果と思われる。

② 土層断面調査

原土区と混層区の土層断面を模式的に示したのが図－65である。すなわち、原土区の第1層は火山灰土で、第2層以下が埋没沖積土である。これを土層40cmまで反転混層した直後の土層断面は第1層は火山灰土と沖積土が重なり合っている。また、2年後の収穫後における土層断面は、作土層は火山灰土と沖積土が混合され、新しい作土層が造成されたことを示している。

③ 土壌分析

混層耕の効果は、表層の火山灰土および埋没土の性質によって異なるものと思われる。したがって、表層の火山灰土が細粒質なMe.a 火山灰の場合は、原土区と比較し、混層区は粘土含量、容積



図－65 火山灰表層褐色沖積土の原土および混層耕後の土層断面

表－32 混層耕施行土壌の一般理化学性（浦幌試験地 **）

処理区別	項目	粘土 (%)	容積重 (g/100cc)	全炭素 (%)	塩基置換容量 (me/100g)	石灰飽和度 (%)	磷酸吸収 係数	有効態磷酸 (mg/100g)
① 原土区	AP・1	22.0	80.2	4.0	30.0	52.2	1,400	4.0
	IIAB・2	36.4	95.1	2.2	22.6	42.0	1,100	1.2
② 混層区	AP1・3	27.0	90.2	4.0	26.0	46.6	1,200	2.5
	AP2・4	29.0	90.8	3.0	27.2	46.0	1,200	2.0
③ 混層改善区	AP1	27.4	90.5	4.0	28.0	58.0	1,220	7.2
	AP2	29.0	89.0	3.2	26.8	45.0	1,200	2.8

・ 1 作土 ・ 2 心土 ・ 3 Ap₁ 作土 ・ 4 Ap₂ 心土
 ・ ・ 表層が Me.a 火山灰からなる細粒質火山灰土

重が幾分高められているが、腐植含量、石灰飽和度、磷酸吸収係数、有効態磷酸含量は低下した（表－32）。しかし、土壌改良資材を併用した混層改善A区では石灰飽和度、有効態磷酸含量が高

表-33 混層耕施行土壌の一般理化学性(更別試験地 **)

項目 処理区別	粘土 (%)	容積重 (g/100cc)	全炭素 (%)	塩基置換容重 (me/100g)	石灰飽和度 (%)	磷酸吸収 係 数	有効態磷酸 (mg/100g)
① 原 土 区							
AP・1	5.0	90.2	2.5	20.0	40.5	700	5.0
IIAB・2	30.2	85.0	1.2	18.4	30.0	1,800	tr
② 混 層 区							
AP1・3	20.4	90.0	2.0	19.2	38.2	1,400	3.8
AP2・4	18.0	89.1	1.9	19.0	36.1	1,360	1.2
③ 混層改善区							
AP1	20.0	90.2	2.1	19.0	58.2	1,400	10.2
AP2	19.8	90.4	1.9	19.6	35.4	1,300	2.0

・1作土 ・2心土 ・3作土 ・4心土

・表層がTa,b 火山灰からなる中粒質火山灰土

められた。

また、表層の火山灰土の粒度分布が中粒質なTa,b 火山灰の場合は、原土区に比較し、混層区は粘土含量、磷酸吸収係数が高まり、石灰飽和度、有効態磷酸含量が低下した(表-33)。また、土壌改良資材を施用した混層改善区では、有効態養分含量が高められた。

以上、土壌分析の結果から混層耕の効果を見ると、表層の火山灰土および埋没土の諸特徴が総合されたかたちで作物収量に反映されたものと思われる。

3. 改良反転客土耕

十勝平野の主として中央部には、表層20±5cmが新期未熟火山灰土で、それ以下に地力保全基本調査における土壌生産力可能性等級がⅢ等級に相当する化学的に劣悪な新期風化火山灰土が堆積し、その直下には結晶性粘土鉱物に富む洪積土、沖積土および古期ローム質火山灰土が埋没している。これら埋没している下層土は土壌生産力可能性等級はⅡ等級で、本土層を活用することにより生産性の高い耕土層の造成が期待できる。

すなわち、第1層の作土をそのままにし、第2層の化学的に不良な火山灰土と第3層の結晶性粘土鉱物に富む埋没土とを反転交換し、その埋没土を漸次作土に混合し、新しい作物生産性の高い厚い作土に造成することが改良反転客土耕^{90,135,145)}の目的である。

1) 試験方法

供試土壌は、心土が化学的に劣悪な新期風化火山灰土で、それ以下に結晶性粘土鉱物に富む土壌のある場合で、この種の土壌分類は、心土が問題となるため土壌亜種または変種を用いた分類が適用される。

すなわち、①新期褐色クロボク土/古期ローム質火山灰土 ②新期褐色クロボク土/褐色沖積土 ③新期黒色クロボク土/古期ローム質火山灰土 ④新期黒色クロボク土/疑似グライ土 ⑤新期黒色クロボク土/グライ沖積土が供試土壌で、これは土壌変種にあたる。

処理区別は、①原土区 ②反転区(心土の新期風化火山灰土と下層土との反転) ③反転改良区(②の反転区に土壌改良資材を施用)の3区を設けた。なお、供試作物および施肥量は、農家の輪作圃場であるのでそれに従った。試験年次は、1968～1975年である。試験規模は、1区面積20aの1区制である。

なお、反転交換するための土層改良機械は、1965年常松によりホイトラクター直装の側耕型改良反転プラウが開発試作され^{134) 135)}、また、1968年には松居によりクローラートラクターけん引の後随型改良反転客土プラウが開発試作された⁴⁰⁾ので、本試験ではこれらの機械を用いて行なった。なお、反転する耕起深は第3層の出現する位置により幾分異なるが、およそその深さは60cmである。

2) 試験結果および考察

(1) 収量調査

収量調査結果を表-34に示した。その結果、新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土は、反転区が原土区に比して10%近い減収を示した。また、反転改良区は、原土区と同等の場合もあるが、平均では原土区を下まわった。新期褐色クロボク土／褐色沖積土は、反転区で8%増、反転改良区で18%増の高い効果が得られた。新期黒色クロボク土／古期ローム質火山灰土は、反転区は原土区に比し明らかな効果は認められなかったが、反転改良区では7%の効果が認められた。新期黒色クロボク土／疑似グライ土は、反転区は原土区に比し5%、反転改良区では10%の、それぞれ増収効果が認められた。新期黒色クロボク土／グライ沖積土は、反転区、反転改良区とも高い増収効果は得られなかった。すなわち、改良反転客土耕の効果は、新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土では認められなかったが、新期褐色クロボク土／褐色沖積土では認められた。この理由は、下層土の土壌構造のちがいが、反転時の新期風化火山灰土の作土への混入の程度を異にしたためと思われる。なお、新期褐色クロボク土／褐色沖積土は、反転のみでも比較的高い効果が得られている。しかし、この場合においても化学的に劣悪な新期風化火山灰土の作土への混入のおそれがあるので、安全性を考えて反転時に土壌改良資材の併用が必要である。

新期黒色クロボク土の場合は、いづれも、反転の効果が認められているが、さらに、反転時に土壌改良資材を併用すれば、施行初年目から安定した効果が得られるので、土壌改良資材の併用は必要事項と考える。なお、新期黒色クロボク土における改良反転客土耕の効果は、反転による優良土の混入に加え、土層の内部排水が改善され、それらが総合された形で作物の生育・収量に反映された結果と思われる。

(2) 土壌断面調査

改良反転客土耕が、所期の目的に沿って土層が反転されているか否かを、反転後の土壌断面の変化について調査した(図-66, 図-67)。

新期褐色クロボク土／褐色沖積土の原土の土壌断面は、作土は新期末熟火山灰土で作土直下に厚さ20cm内外の To.c_2 火山灰があり、表層下約40cm以下から埋没沖積土が存在する。この土壌断面において、深さ60cmまで反転する場合、下層に落下すると考えられる To.c_2 火山灰の作土への混入が幾分認められ、また、第2層には埋没沖積土が持ち上げられ、第3層には To.c_2 火山灰の落下が認められる。

また、新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土では、反転の結果、下層に落下すると考えられる To.c_2 火山灰の作土への混入が著しく、また、第2層に反転が予定される古期ローム質火山灰土の大部分は、そのままの状態となっており反転が認められない。

表-34 土壌別・年次別の改良反転客土耕の収量調査結果

供試土	試験地 年次	新 期 褐 色 ク ロ ボ ク 土										新 期 黒 色 ク ロ ボ ク 土														
		／古期ローム質火山灰土				／褐色沖積土						／古期ローム質火山灰土				／疑似グライ土								／グライ沖積土		
		中伏	古	明	野	平	毛 根 A				毛根B	平	西 報 国	明 野	平	美 薔				勇足川向			負 筋	平	毛 根	平
							1969	1973	1975	1972						1973	1974	1975	1978	1969	1973	1973				
供試作物	菜豆	小豆	秋小麦	均	小豆	てん菜	とうもろこし	ばれいしょ	てん菜	均	てん菜	大豆	大豆	均	とうもろこし	てん菜	てん菜	牧草	大豆	てん菜	小豆	均	てん菜	均		
①原土区	218 (100)	208 (100)	382 (100)	100	154 (100)	3,960 (100)	4,960 (100)	4,780 (100)	5,466 (100)	100	3,800 (100)	240 (100)	254 (100)	100	7,080 (100)	5,370 (100)	3,690 (100)	1,680 (100)	187 (100)	6,050 (100)	129 (100)	100	4,260 (100)	100		
②反転区	192 (88)	206 (99)	325 (85)	91	162 (105)	4,554 (115)	5,208 (105)	5,067 (106)	6,012 (110)	108*	-	-	256 (101)	(101)	7,221 (102)	5,746 (107)	3,764 (107)	1,714 (102)	183 (98)	6,292 (104)	146 (113)	105*	4,303 (101)	101		
③反転改良区	189 (87)	216 (104)	393 (103)	98	165 (107)	4,950 (125)	6,249 (126)	5,210 (109)	-	118*	4,028 (106)	254 (106)	(109)	277 (107)	-	-	-	-	208 (111)	6,594 (109)	-	110*	4,388 (103)	103		

* : 5%水準で原土区との差は有意

注 : 収量は kg/10a, () は収量比

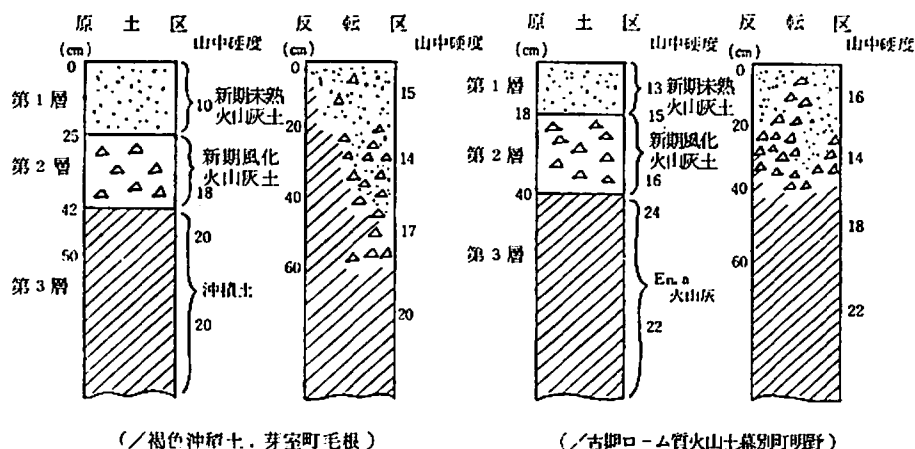


図-66 新期褐色クロボク土の反転による土層の変化

また、新期黒色クロボク土／疑似グライ土の原土の土壌断面は、作土はMe.a 火山灰で、その直下に厚さ20 cm内外のMe.c 火山灰があり、さらに40 cm以下からは灰褐色の洪積粘土層が埋没されている。この土壌断面で、深さ60 cm内外まで反転したときの土層の変化は、第1層に埋没されていた洪積粘土層の混入が著しく、第2層にも埋没洪積粘土層が持ち上げられ、第3層にはMe.c 火山灰の落下が認められる。

以上から、改良反転客土耕の施行による土壌断面の変化からみて、新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土においては、作土に化学的に劣悪な火山灰土の混入が著しく、反転が所期の目的どおりできなかったことをさしている。

しかし、新期褐色クロボク土／褐色沖積土および新期黒色クロボク土では、第2層と第3層がよく反転・交換されており、反転が所期の目的どおり行なわれたものと思われる。

(3) 土壌分析調査

① 一般理化学性

改良反転客土耕の施行による跡地土壌の一般理化学性の調査結果を表-35に示した。その結果、新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土は、原土区に比し反転区は、第1層の粘土含量が高まり腐植含量が低下し、反転時に作土に心土の新期風化火山灰土が混入された結果と思われる。このことは、作土の容積重および固相率が減じていることから間接的に心土の作土への混入を伺うことができる。また、第3層の固相率がⅡB層の値とほぼ同じ値であることからみても、本土壌においては、反転が所期の目的どおりなされていないことを示している。これに対し、新期褐色クロボク土／褐色沖積土は、作土の腐植含量が幾分低下しており、作土に心土および下層土が混入された

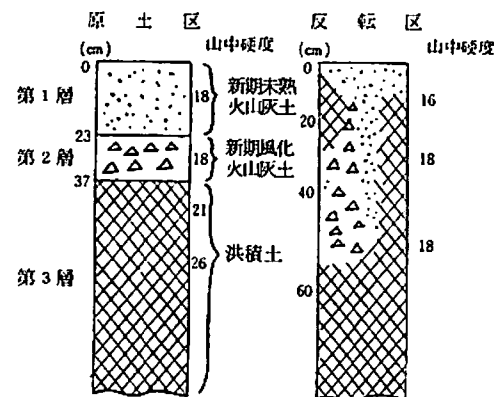


図-67 新期黒色クロボク土の反転による土層の変化(本別町勇足川向)

表-35 反転客土による土層の理学的性の変化

	処 理	柱 状 図	粘土含量 (%)	腐植含量 (%)	容 積 重 (g/100cc)	三 相 分 布 (%)			
						固 相	液 相	気 相	
新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土 (幕別町明野)	原土区	Ap	Ta.b Me.a To.c En.a	16.2	6.2	85.4	34.7	37.2	28.1
		IIAB		28.0	2.1	66.8	31.4	45.2	23.4
		II B		26.2	0	68.9	25.9	48.8	25.3
		III B		31.8	0	91.7	34.5	43.9	21.6
		III BC		28.5	0	97.0	39.6	39.4	21.0
	反転区	第1層		22.0	3.8	72.0	32.0	41.2	26.8
		第2層		25.6	3.0	69.2	31.8	46.2	22.0
		第3層		29.6	1.6	90.0	34.0	40.8	25.2
		第4層		28.5	0	97.0	39.6	39.4	21.0
	新期褐色クロボク土／褐色沖積土 (芽室町毛根)	原土区	Ap	Ta.b Me.a To.c 沖積土	18.0	8.8	69.0	34.1	40.9
IIAB			33.0		4.8	57.6	24.0	52.5	23.5
II B			25.4		0	69.2	24.5	38.5	31.0
IIIAB			35.1		3.2	91.7	34.5	49.9	15.6
III BC			30.8		0	109.2	41.2	40.1	18.7
反転区		第1層		20.2	6.0	72.2	30.2	41.8	28.0
		第2層		32.6	4.0	72.6	28.0	45.8	26.3
		第3層		32.0	4.8	86.0	33.0	47.8	19.2
		第4層		30.8	0	109.2	39.6	36.5	18.7
新期黒色クロボク土／疑似グライ土 (本別町勇足川向)		原土区	Ap	Me.a Me.c 洪積土	25.2	13.1	78.5	34.8	50.2
	IIAC		32.0		10.8	58.6	25.6	62.4	12.2
	III Ag		26.1		10.2	97.0	37.2	54.3	8.5
	III Cg		21.0		0	108.0	48.0	48.0	4.0
	反転区	第1層		26.8	9.8	79.0	32.0	44.0	24.0
		第2層		30.0	11.0	76.0	29.1	48.4	22.5
		第3層		28.0	6.8	88.0	34.6	47.1	18.3
		第4層		21.0	0	108.0	48.2	47.8	4.0

結果と思われる。また、容積重および固相率については、第2層で高まり、第3層で減じられており、このことからみて本土壌においては、反転が良好に行なわれたことを示している。

新期黒色クロボク土においては、反転区および原土区の各土層における粘土含量、腐植含量に差は認められなかった。しかし、容積重および固相率についてみると、反転区では深さ20～40cmで原土区より高いが、深さ40～60cmでは逆に低下しており、本土壌においては反転が所期の目的どおり行なわれていたことが判明された。

なお、新期黒色クロボク土では、反転により下層土の液相率が減少し、気相率が増大していることからみて、本土壌では改良反転客土耕の本来の効果に加え、内部排水が良好となり、それが作物生産性の向上に結びついたものと思われる。これは宮沢が行なった反転土層における水分消長の調査結果と、その軌を同じくするものと思われる^{35, 36)}。

② 一般化学性

改良反転客土耕の施行による土壌の一般化学性の変化を表-36, 37, 38に示した。その結果、新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土は、反転による土壌断面の一般化学性の変化は、原土区と比較して第1層は、塩基置換容量、置換性石灰含量、有効態磷酸含量が低下し、磷酸吸収係数が増大した。これは、作土に $To.c_2$ 火山灰が混入したことを間接的に示している。第2層は、磷酸吸収係数がやや低下し、置換性石灰含量、有効態磷酸含量が高まっており、このことから作土の一部が心土層に落下・混入したことを示している。第3層は、原土区と反転区の化学性に差が認めら

表-36 改良反転客土による土層の化学性の変化

その1. 新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土

(幕別町明野)

処 理	柱 状 図	PH (H_2O)	C.E.C ($me/100g$)	置換性石灰 ($me/100g$)	石灰飽和度 (%)	磷酸 吸収係数	有効態磷酸 ($mg/100g$)
原土区	Ap IIAB IIB IIIB IIIBC Ta.b Me.a To.c En.a	6.2	17.9	5.6	31.3	930	4.2
		6.5	17.6	3.8	21.7	2,120	tr
		6.5	16.4	4.7	28.6	1,980	tr
		6.0	17.2	4.8	28.1	1,890	tr
		5.8	13.5	4.2	31.1	1,520	tr
反 転 区	第1層 第2層 第3層 第4層	6.1	16.0	4.2	26.3	1,720	1.5
		6.2	17.2	4.7	27.3	1,900	1.1
		6.0	17.0	4.8	28.2	1,920	tr
		5.8	13.5	4.2	31.1	1,520	tr
反 転 改良区	第1層 第2層 第3層 第4層	6.3	16.2	6.5	40.1	1,780	7.2
		6.1	17.0	4.5	26.5	1,900	1.3
		6.1	17.0	4.7	27.6	1,880	tr
		5.8	13.5	4.2	31.1	1,520	tr

表-37 改良反転客土による土層の化学性の変化

その2 新期褐色クロボク土／褐色沖積土

(芽室町毛根)

処 理	柱 状 図	PH (H ₂ O)	C.E.C (me/100g)	置換性石灰 (me/100g)	石灰飽和度 (%)	燐 酸 吸 収 係 数	有効態燐酸 (mg/100g)
原 土 区	0 Ap 25 IIAB 33 IIB 42 IIAB 55 IIIBC Ta.b Me.a To.c 沖積土	5.7	33.4	14.3	42.8	1,380	4.4
		5.8	19.7	6.8	34.7	2,400	tr
		5.9	15.8	5.6	35.5	1,910	tr
		5.9	22.8	12.2	54.4	1,150	tr
		5.8	19.0	9.5	50.0	1,120	tr
反 転 区	0 第1層 20 第2層 40 第3層 60 第4層	5.8	31.2	12.6	40.4	1,520	4.0
		5.9	22.0	9.2	41.8	1,960	1.3
		5.7	21.2	9.2	43.4	1,800	tr
		5.8	19.0	9.5	50.0	1,120	tr
反 転 改 良 区	0 第1層 20 第2層 40 第3層 60 第4層	6.3	32.0	16.2	50.6	1,620	9.6
		5.9	22.2	8.2	36.9	1,900	3.2
		5.8	22.0	8.8	40.0	1,980	tr
		5.8	19.0	9.5	50.0	1,120	tr

表-38 改良反転客土による土層の化学性の変化

その3 新期黒色クロボク土／疑似グライ土

(本別町勇足川向)

処 理	柱 状 図	PH (H ₂ O)	C.E.C (me/100g)	置換性石灰 (me/100g)	石灰飽和度 (%)	燐 酸 吸 収 係 数	有効態燐酸 (mg/100g)
原 土 区	0 Ap 23 IIAC 37 IIAg 50 IIICg Me.a Me.c 洪積土	5.6	35.8	17.4	48.6	1,570	5.2
		5.1	54.2	14.2	26.2	2,430	1.0
		5.3	39.0	10.5	27.1	1,770	tr
		5.4	29.0	7.7	26.6	1,700	tr
反 転 区	0 第1層 20 第2層 40 第3層 60 第4層	5.2	42.0	14.8	35.2	1,720	2.2
		5.2	46.4	12.0	25.8	1,980	3.0
		5.4	41.8	12.9	30.8	2,100	tr
		5.4	29.0	7.7	26.6	1,700	tr
反 転 改 良 区	0 第1層 20 第2層 40 第3層 60 第4層	5.9	42.0	22.0	52.3	1,800	11.0
		5.5	47.0	13.0	27.6	1,820	2.2
		5.4	40.8	13.0	31.8	2,000	tr
		5.4	29.0	7.7	26.6	1,700	tr

れないので、本層では反転が目的どおりなされておらず、反転による土壌の移動の少なかったことを示している。また、反転改良区は、原土区に比し第1層の置換性石灰含量、有効態磷酸含量が高まり、第2層、第3層は反転区とほぼ同様の値である。

新期褐色クロボク土／褐色沖積土は、反転区は原土区に比較し、第1層は、塩基置換容量、置換性石灰含量、有効態磷酸含量が低下し、磷酸吸収係数が高められている。しかし、本土壌の場合、新期褐色クロボク土／古期ローム質火山灰土よりは養分の低下の程度が少なく、 $To.c_2$ 火山灰の混入の少なかったことを暗示している。第2層は、置換性石灰含量が高められ、磷酸吸収係数が幾分低下し、第3層は、置換性石灰含量が低下し、磷酸吸収係数が増大しており、この結果から、 $To.c_2$ 火山灰が目的どおり下層に落下混入していることを示している。

新期黒色クロボク土／疑似グライ土では、反転区は、原土区に比較し、第1層は、置換性石灰含量、有効態磷酸含量が低下し、一方磷酸吸収係数が増大しており、 $Me.c$ 火山灰の混入を示している。また、第2層は、塩基置換容量、置換性石灰含量、磷酸吸収係数が低下しており、反転が目的どおり行なわれ、下層土がもち上げられたことを示している。第3層は、塩基置換容量および磷酸吸収係数が幾分高まっており、反転により $Me.c$ 火山灰が下層に落下していることを示している。なお、反転改良区は、第1層の養分量が高まり、原土区を上まわっている。

以上、改良反転客土耕の施行による土壌の一般化学性の変化について述べたが、反転後の土壌の化学性は、土壌断面を構成する堆積様式と土壌の反転状況に対応した値を示している。

第3節 土層改良のための土壌類型区分

十勝における畑地の実態から不良要因の一つが土層の配列の点にあり、そのため心土肥培耕、混層耕、改良反転客土耕等が良好な改良対策と考えられた。従って、十勝の土壌はその土層配列と土壌の乾湿等により次のごとく15の改良区分ができる。

1. 土層改良区分－1型（新期褐色クロボク土）

排水良好地に火山灰が1 m以上厚く堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土／新期風化火山灰土／古期ローム質火山灰土で、土層は性質を異にする3種類の火山灰からなる。

土壌断面は、排水良好のため、腐植集積が少なく、作土層の色は暗褐で、作土直下からは黄褐色のカラーB層となっている。また、土壌構造は、作土層ではその発達は弱い、下層の古期ローム質火山灰土では特徴的な垂角塊構造が発達している。粒径分布は、一般に表層で中粒質で、下層は細粒質である。硬度は下層で幾分高い。

PHは全層通じ比較的高いが、石灰飽和度は低く、とくに心土で著しく低い。磷酸吸収係数は心土で甚強である。

以上、本土壌の心土となっている新期風化火山灰土の生産力可能性等級はⅢ等級で、特に化学的に劣悪であるので、その改良が必要である。また下層土の古期ローム質火山灰土は心土よりは化学性が良好と思われるので、その活用は考慮すべきである。

2. 土層改良区分－2型（古期ローム質褐色クロボク土）

乾燥地に火山灰が1 m以上厚く堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土／古期ロ

ーム質火山灰土で、土層は性質を異にする2種類の火山灰からなる。

土壌断面は、腐植集積が少なく、土色は作土は暗褐色を呈す。土壌構造は、作土でその発達には弱い、作土直下から黄褐色の亜角塊構造のB層を有する。

粒径分布は、一般に作土が中粒質で、下層で細粒質である。硬度は下層で幾分高まっている。

PHは全層通して高いが、石灰飽和度は全般に低い。磷酸吸収係数は作土層は比較的小さいが、作土直下から大きい。

以上、本土壌の粒径分布からみて表層の新期末熟火山灰土よりも下層の古期ローム質火山灰土が細粒質であるので、その活用が有効である。

3. 土層改良区分-3型(新期褐色クロボク土/褐色森林土)

乾燥地に火山灰が25~100cmの厚さで堆積したもので、土層の構成は、新期末熟火山灰土/新期風化火山灰土/褐色森林土で、洪積土の上に性質を異にする2種類の火山灰が堆積したものである。

土壌断面は、全体を通じ腐植の集積が少なく、土色は作土は黒褐色、心土は黄褐色である。土壌構造は、作土で発達弱であるが、下層土では発達がよい。

粒径分布は下層土で細粒質である。硬度は下層で幾分高い。

PHは全層高いが、石灰飽和度は心土で低く、下層土では幾分高まる。磷酸吸収係数は心土で甚強で、下層土では弱まる。

以上、本土壌は心土の新期風化火山灰土の化学性が劣悪であるため、その改良が必要である。また、下層土の褐色森林土の化学性は心土よりは良好と思われるので、その活用が有効である。

4. 土層改良区分-4型(新期褐色クロボク土/褐色沖積土)

乾燥地に火山灰が25~100cm堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土/新期風化火山灰土/褐色沖積土で、沖積土の上に性質を異にする2種類の火山灰が堆積したものである。

土壌断面は、腐植集積が少なく、土色は作土は黒褐色、心土は黄褐色である。土壌構造は、作土では弱い、下層土では発達がよい。

粒径分布は下層土で細粒質である。硬度は下層で幾分高い。

PHは全層高いが、石灰飽和度は心土で低く、下層土では幾分高まる。磷酸吸収係数は心土で甚強で、下層土では弱まる。

以上、本土壌は心土の新期風化火山灰土の化学性が劣悪であるため、その改良が必要である。また、下層土の褐色沖積土の化学性は、心土よりは良好と思われるので、その活用が有効である。

5. 土層改良区分-5型(火山灰表層褐色森林土)

排水のよい台地上に発達した褐色森林土であるが、その上に新期末熟火山灰土が 20 ± 5 cm堆積している土壌である。

土壌断面は、一般に腐植集積が少ない。土壌構造は表層の火山灰土を除けば、下層土は発達がよい。粒径分布は表層の火山灰土より下層土の洪積土で細粒質である。

PHは全層高く、石灰飽和度は全層通じて比較的高い。磷酸吸収係数は全層中程度である。

以上、本土壌は心土以下の褐色森林土の理化学性が比較的良好なので、その活用が有効である。

6. 土壌改良区分－6型（火山灰表層褐色沖積土）

乾燥地の沖積土に新期末熟火山灰土が 20 ± 5 cm 堆積している土壌である。

土壌断面は、腐植集積が少ない。土壌構造は、作土の火山灰土を除けば、それ以下では発達が良い。

粒径分布には一定の傾向は認められない。石灰飽和度は下層で幾分低い。磷酸吸収係数は全層中程度である。

以上、本土壌は心土以下の褐色沖積土の理化学性が比較的良好と思われるので、その活用が有効である。

7. 土壌改良区分－7型（新期黒色クロボク土）

排水不良地に火山灰が1 m以上厚く堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土／新期風化火山灰土／古期ローム質火山灰土で、土層は性質を異にする3種類の火山灰からなる。

土壌断面は、腐植の集積が顕著で、かつ黒色層が30 cm以上にも達する。下層土は灰色を呈し、その中に鉄の斑紋が認められる。

粒径分布は表層より下層で細粒質である。三相分布は液相率が大で、気相率が小である。

PHは全層強酸性で、それと対応して石灰飽和度も低い。磷酸吸収係数は表層で弱～中であるが心土は甚強で、下層土では強である。

以上、本土壌は心土の新期風化火山灰土の化学性が劣悪であるため、その改良が必要である。また、下層土の化学性は心土よりは良好と思われるので、その活用を考慮すべきである。なお、下層土の物理性は不良であるので、その改良が必要である。

8. 土壌改良区分－8型（古期ローム質黒色クロボク土）

排水不良地に火山灰が1 m以上厚く堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土／古期ローム質火山灰土で、土層は性質を異にする2種類の火山灰からなる。

土壌断面は、腐植集積が著しく、黒色層が30 cm以上で厚い。下層土は灰色で、その中に鉄の斑紋が認められる。

粒径分布は表層より下層で細粒質である。三相分布は液相率が大で、気相率は小である。

PHは低く、酸性を呈す。石灰飽和度は全層低く、とくに下層で著しい。磷酸吸収係数は表層より下層で強い。

以上、本土壌は第2層以下の古期ローム質火山灰土の粒径が細粒質であるので、作土層の新期末熟火山灰土への混入による活用が期待できる。また、下層土の物理性は不良であるので、その改良が必要である。

9. 土壌改良区分－9型（新期黒色クロボク土／疑似グライ土）

排水不良の台地に火山灰が25～100 cm堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土／新期風化火山灰土／台地上の疑似グライ土で、土層は疑似グライ土の上に、性質を異にする2種類の火山灰が堆積している。

土壌断面は、腐植集積が著しく、土色は表層30 cmが黒色で、下層土の基色は灰色で、その中に黄褐の斑紋が認められる。土壌構造は作土で発達弱く、下層土では凝結状である。

粒径分布は、全層細粒質の場合が多い。三相分布は、表層は液相率が大で、気相率小、下層土では固相率大で、気相率小である。硬度は表層は膨軟であるが、下層は堅密である。

P Hは全層低く強酸性で、石灰飽和度はそれと対応して低い。磷酸吸収係数は作土は弱～中で、心土は甚強、下層土では弱まる。

以上、本土壤は心土の疑似グライ土の化学性が劣悪であるので、その改良が必要である。また、下層土の疑似グライ土は、堅密で気相率が小さく理化学性が不良で通気性、透水性に問題があるのでその改良が必要である。

10. 土層改良区分-10型(新期黒色クロボク土/停滞水グライ土)

排水不良の台地土に火山灰が25～100 cm堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土/新期風化火山灰土/台地上の停滞水グライ土で、土層は停滞水グライ土の上に性質を異にする2種類のテフラが堆積しているものである。

土壌断面は、腐植集積が著しく、かつ腐植層が30 cm以上に達する。土色は表層は黒色で、下層は青色のグライ層である。土壌構造の発達には作土で弱く、下層土では壁状を呈する。

粒径分布は、表層より下層で細粒質である。三相分布は全層とも液相率大で、気相率小さく、この傾向は下層ほど著しい。

P Hは全層低く強酸性で、石灰飽和度はそれと対応して低い。磷酸吸収係数は表層が中で、心土は甚強、下層土では弱まる。

以上、本土壤は心土に相当するかつての停滞水グライ土の化学的性質が劣悪であるため、その改良が必要である。また、下層土の停滞水グライ土は気相率が著しく小さく理学的に不良であるのでさらにその改良も必要である。

11. 土層改良区分-11型(新期黒色クロボク土/グライ沖積土)

排水不良地に火山灰が25～100 cm堆積したもので、土層の堆積状況は、新期末熟火山灰土/新期風化火山灰土/グライ沖積土で、土層は沖積土の上に性質を異にする2種類の火山灰が堆積している。

土壌断面は、腐植集積が比較的強く、腐植層が厚い。土色は、表層は黒色で、下層は青色のグライ層を呈する。土壌構造の発達は作土で弱く、下層土では壁状を呈する。

粒径分布は、表層より下層で細粒質である。三相分布は液相率大で、気相率小さく、下層ほどその傾向が著しい。

P Hは全層低く強酸性で、石灰飽和度はそれと対応して低い。

以上、本土壤は心土の新期風化火山灰土の化学性が劣悪であるため、その改良が必要である。また、下層土のグライ沖積土は、その理化学性が不良であるので、その改善が必要である。

12. 土層改良区分-12型(火山灰表層疑似グライ土)

堅密な組織をもつ疑似グライ土の上に火山灰が20±5 cm堆積しているものである。

土壌断面は、腐植集積は中程度である。土色は作土は黒色で、下層土は基色が灰色でその中に褐色の斑鉄が認められる。作土の土壌構造の発達は弱く、下層土は凝結状を呈す。

粒径分布は全層を通して一定の傾向は認められない。三相分布は表層の火山灰土を除き、下層土

は固相率が大きく、気相率が小さい。硬度は表層より下層土で著しく高い。

PHは一般に表層で低く、下層で高まる。石灰飽和度は下層土で幾分低い。磷酸吸収係数は全層中程度である。

以上、本土壤は心土の疑似グライ土の理化学性が劣悪であるため、その改良が必要である。

13. 土層改良区分-13型（火山灰表層停滞水グライ土）

停滞水グライ土の上に火山灰が 20 ± 5 cm堆積したものである。

土壤断面は、腐植集積が著しく強い。土色は作土は黒色で、下層土は青色を呈す。土壤構造は作土は弱く、下層土はグライ層で壁状を呈す。

粒径分布はその変動が少なく、全層通じて一定の傾向は認められない。三相分布は、液相率が大きく気相率小さく、この傾向は下層土ほど著しい。

PHは低く、強酸性を呈し、石灰飽和度はそれと対応して低い。磷酸吸収係数は全層中程度である。

以上、本土壤は心土の停滞水グライ土の理化学性および化学性が不良であるため、その改良が必要である。

14. 土層改良区分-14型（火山灰表層灰色沖積土、火山灰表層グライ沖積土）

排水不良を呈する沖積土の上に火山灰が 20 ± 5 cm堆積したものである。

土壤断面形態の特徴は、腐植の集積が著しく強く、土色は作土は黒色で、下層土は青～灰色を呈する。土壤構造の発達作土で弱く、下層土はグライ層で壁状を呈する。

粒径分布は全層通じて一定の傾向は認められない。三相分布は、液相率高く、気相率低く、この傾向は下層ほど著しい。

PHは全層低く、強酸性を呈し、石灰飽和度はそれと対応して全層低い。磷酸吸収係数は全層通じて中程度である。

以上、本土壤は心土以下のグライ沖積土の理化学性が不良であるため、その改良が必要である。

15. 土層改良区分-15型（火山灰表層低位泥炭土）

泥炭地に火山灰が 20 ± 5 cm堆積している。

土壤断面は、腐植集積は表層の火山灰土で弱く、下層の泥炭土では著しく強い。土色は作土は黒褐色を呈するが、下層は暗褐である。土壤構造は作土、心土ともその発達は弱い。三相分布は、表層の火山灰土を除けば、泥炭土は固相率および気相率が小さく、液相率が著しく大きい。硬度は全層通じて小さく支持力に問題がある。

PHは低く、強酸性を呈し、石灰飽和度はそれと対応して低い。

以上、本土壤は心土の低位泥炭土の理化学性が劣悪であるため、その改良が必要である。

以上、土層改良のために類型区分をしたが、その特徴を一括すると表-40の如くなる。この類型区分にとった土壌区分の段階を先に述べた下降式土壌分類体系に照合すると土壤変種の段階に相当する。従って、土壤変種による土壌図は土層改良のための基本図として活用できることになる。十勝における土壤変種区分を読みかえてその分布について示したのが図-68である。

これら15の区分は、前記の分類体系から云えば土壤変種にあたり、基本土壌分類を変種まで進

表-40 土層改良のための土層類型区分

	乾湿区分	火山灰層の厚さ	土 壌 分 類 と の 対 比
土層改良区分-1型	乾	100 cm 以上	新期褐色クロボク土
土層改良区分-2型	乾	100 cm 以上	古期ローム質褐色クロボク土
土層改良区分-3型	乾	25 ~ 100cm	新期褐色クロボク土／褐色森林土
土層改良区分-4型	乾	25 ~ 100cm	新期褐色クロボク土／褐色沖積土
土層改良区分-5型	乾	20 ± 5 cm	火山灰表層褐色森林土
土層改良区分-6型	乾	20 ± 5 cm	火山灰表層褐色沖積土
土層改良区分-7型	湿	100 cm 以上	新期黒色クロボク土
土層改良区分-8型	湿	100 cm 以上	古期ローム質黒色クロボク土
土層改良区分-9型	湿	25 ~ 100cm	新期黒色クロボク土／疑似グライ土
土層改良区分-10型	湿	25 ~ 100cm	新期黒色クロボク土／停滞水グライ土
土層改良区分-11型	湿	25 ~ 100cm	新期黒色クロボク土／グライ沖積土、灰色沖積土
土層改良区分-12型	湿	20 ± 5 cm	火山灰表層疑似グライ土
土層改良区分-13型	湿	20 ± 5 cm	火山灰表層停滞水グライ土
土層改良区分-14型	湿	20 ± 5 cm	火山灰表層グライ沖積土、灰色沖積土
土層改良区分-15型	湿	20 ± 5 cm	火山灰表層低位泥炭土

めて作図するならば、十勝における土層改良対策としてそれを活用することが出来ることとなる。

第4節 十勝平野における土層改良法

土層の配列に対応して、心土肥培耕、混層耕、改良反転客土耕の効果確認試験を実施しその結果、十勝平野における土層改良法について明らかにすることができた(表-41)、(図-69)^{72, 74)}。

すなわち、土層配列から各土層改良法の実施可能面積についてみると、表層 20 ± 5 cm が火山灰で、その直下に埋没している土壤の方が、優良と思われる土壤の面積割合は40%を占めており、これが心土の埋没土の活用方法である混層耕による効果の期待できる面積である。

また、化学的に劣悪な火山灰が、地表下20 ~ 40 cmの心土相当層にあり、それ以下にあ

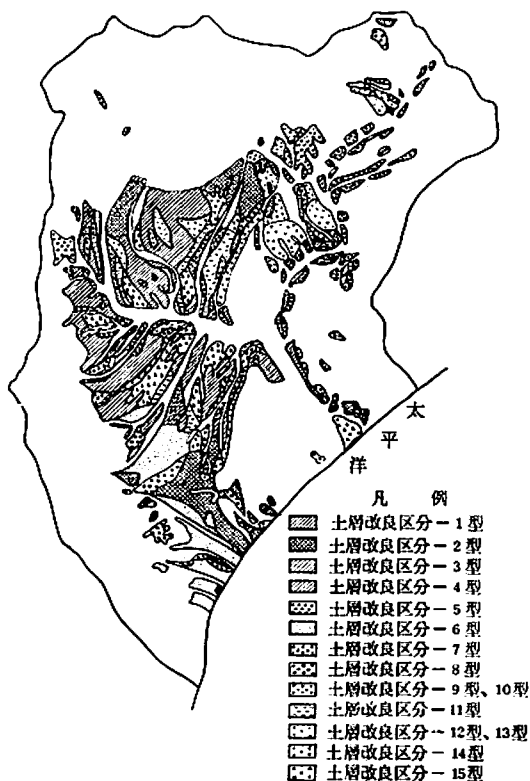


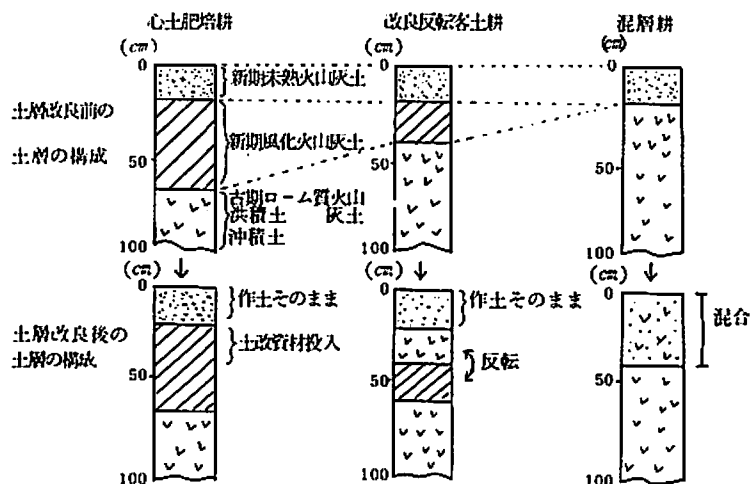
図-68 十勝平野における土層改良のための土層類型区分図

表－41 十勝管内における土層改良のための土壌類型区分とその土層改良法

土層改良のための土壌類型区分	混層耕	改良反転客土耕	心土肥培耕	備 考 (該当土壌)
土層改良区分－1		○		新期褐色クロボク土／ローム質火山灰土
土層改良区分－2	○			古期ローム質褐色クロボク土
土層改良区分－3		○		新期褐色クロボク土／褐色森林土
土層改良区分－4		○		新期褐色クロボク土／褐色沖積土
土層改良区分－5	○			火山灰表層褐色森林土
土層改良区分－6	○			火山灰表層褐色沖積土
土層改良区分－7		○	○	新期黒色クロボク土／ローム質火山灰土
土層改良区分－8	○		○	古期ローム質黒色クロボク土
土層改良区分－9		○	○	新期黒色クロボク土／疑似グライ土
土層改良区分－10		○	○	新期黒色クロボク土／停滞水グライ土
土層改良区分－11		○	○	新期黒色クロボク土／グライ沖積土 新期黒色クロボク土／灰色沖積土
土層改良区分－12	○			火山灰表層疑似グライ土
土層改良区分－13	○			火山灰表層停滞水グライ土
土層改良区分－14	○			火山灰表層グライ沖積土 火山灰表層灰色沖積土
土層改良区分－15			○	火山灰表層低位泥炭土

る下層土が優良と思われる土壌の面積割合は18%で、これが下層土の活用方法である改良反転客土耕の効果が期待できる面積である。

さらに、心土相当層に化学的に劣悪な火山灰の占める面積割合は19%で、これが心土の火山灰を改良するための心土肥培耕の効果が期待できる面積である。



図－69 十勝管内における土層の構成とそれに対応する土層改良の模式図

以上から、十勝火山灰土においては、土層の構成に対応した土層改良を実施することにより、さらに作物生産性の高い耕土層の造成の期待できる余地を残している。

さらに、土層改良法を、火山灰畑地における積極的な耕土層の造成に活用するために、その分布面積を行政単位に市町村ごとに把握しておくことは不可欠と考える。

かくして、表－42に示すように、十勝平野の各市町村における必要とする土層改良法を明らかにすることができる。

例えば、混層耕は、中札内村、更別村のような低台地で、火山灰の厚さの薄い地帯における重要

表-42 十勝管内における各土層改良の市町村別対象面積

市	町	村	耕地面積(ha)	混層耕(ha)	改良反転客土耕(ha)	心土肥培耕(ha)
①	新	得町	6,650	5,993	205	45
②	鹿	迫町	10,700	8,415	1,111	1,054
③	清	水町	14,000	1,386	3,386	2,766
④	芽	室町	20,300	1,236	6,889	5,335
⑤	帯	広市	21,500	1,655	9,567	7,868
⑥	幕	別町	16,500	3,800	3,951	5,014
⑦	中	札内村	6,500	5,900	0	649
⑧	更	別村	9,700	9,279	0	2,171
⑨	忠	類村	4,000	3,520	0	1,252
⑩	大	樹町	10,300	8,450	0	1,522
⑪	広	尾町	5,600	4,825	0	111
⑫	音	更町	22,700	3,021	8,933	6,844
⑬	士	幌町	12,600	8,896	856	1,044
⑭	上	士幌町	8,700	8,537	0	212
⑮	陸	別町	5,200	4,297	0	0
⑯	足	寄町	10,500	8,525	0	162
⑰	本	別町	11,300	5,884	2,614	1,741
⑱	池	田町	8,600	1,368	1,523	1,254
⑲	豊	頃町	9,500	1,985	868	1,677
⑳	浦	幌町	9,400	2,251	18	1,056
十	勝	管内	224,250	99,223	40,050	41,777

な土層改良法である。また、改良反転客土耕は、芽室町、帯広市、本別町の低台地、中台地における土層改良法として重要であり、さらに、心土肥培耕は、清水町、帯広市、芽室町、音更町、幕別町などの、作土直下に化学的に劣悪な新期風化火山灰土が厚く堆積している地帯における重要な土層改良法である。

第3章 十勝における湿害とその土壌的対策

第1節 湿害の実態と気象・土壌との関連

1. 気象および土壌と湿害との関係

湿害対策としての排水問題は、第1に気象条件が関係するので、気象要素中先づ降水量について述べる。十勝平野における降水量は年間1,000mm内外(表-43)¹⁰⁾で、我国としては少ない地帯に入る。しかし、作物生育期間の6月～9月の4ヶ月間に年間の約60%の降水量があり、農耕期間としてはむしろ多い地帯といえる。

これは降水量から蒸発量を差し引いた値からみても、十勝における畑作物は、湿害をうけやすい気象条件下にあるといえよう。

これは、平均的に気象を見た場合であるが、実際には年次により気象変動が著しいので、作物収量はそれに対応して変化している(図-70)¹¹⁾。

十勝における作物収量は、降水量の少ない年に高く、降水量の多い年に低いのが普通であるとき

表-43 十勝の気象

月	平均気温 (℃)	畑地温 (℃)	日照時数 (時)	降水日数 (日)	降水量 (mm)	蒸発量 (mm)	降水-蒸発 (mm)
5 月	11.3	10.6	226.5	8	77.4	107.5	-30.1
6 月	15.1	15.1	170.8	11	104.0	91.6	12.4
7 月	18.6	18.6	144.1	12	114.6	90.7	23.9
8 月	23.6	20.2	113.7	11	162.0	76.3	85.7
9 月	15.8	16.2	170.3	9	130.7	75.5	55.2
10 月	8.5	11.4	194.7	5	63.6	54.3	9.3
5月～10月	14.9	15.4	1,020.1	56	652.3	495.9	156.4

れているが、これは土壌条件を考慮外においた全般的な視点からの見解であって、実際には土壌のちがいが作物収量に大きく関係している。ここでは1975年の菜豆の例について示す⁷⁾と、菜豆の収量は泥炭土で最も低く、火山灰土、沖積土で高い。

さらに、火山灰土および沖積土について乾性を呈する褐色クロボク土、褐色沖積土と湿性を呈する黒色クロボク土、グライ沖積土についてみると、いずれの土壌とも乾性型の方が収量が高い(図-71)。

これは、
 1975年が多雨年であったことと、作物が多湿に弱い菜豆であったことも関係していると思われるが、作物の収量が気象、土壌に関連のあることを示している。

さらに、作物の収量は気象条件によっても異なる。つまり、気象

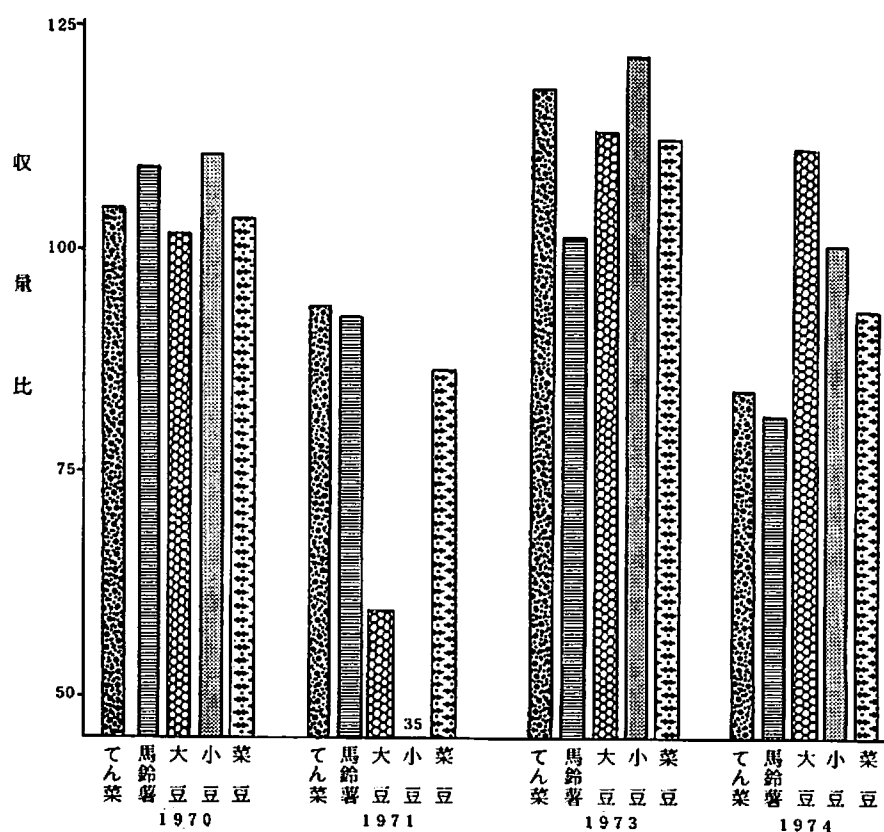


図-70 十勝管内における主要畑作物の年次別収量割合

が土壌条件のちがいと複合して、作物収量に複雑な影響をおよぼしている。すなわち、多雨年(1974, 1975)と少雨年(1972, 1973)の例に示すように、降水量と土壌条件が、作物収量に密接

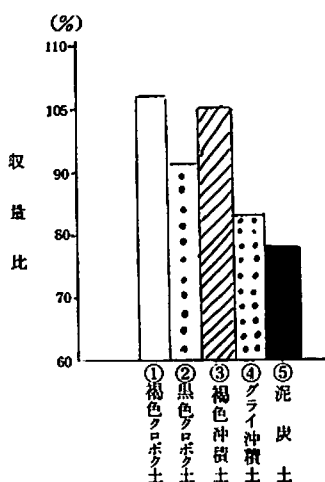


図-71 土壌のちがいと作物収量
(菜豆) (1975)

な関連性のあること、および、さらにその影響を受ける程度が作物の種類により異なっている(図-72)。

すなわち、湿性を呈する土壌はそれぞれ土壌断面の理化学性を異にするため、降水量が同じ場合でも水分の消長は土壌のちがいに大きく異なっている⁷⁰⁾(図-73)。疑似グライ土の場合は、雨の少ない時には土壌水分は低く経過するが、雨の多い時にはいち早く多湿になる。黒色クロボク土の場合は

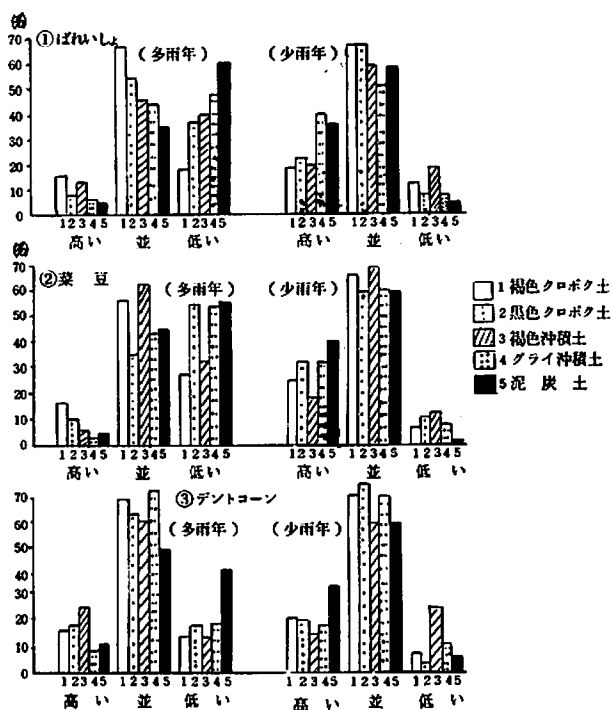


図-72 土壌、降水量と作物収量との関係

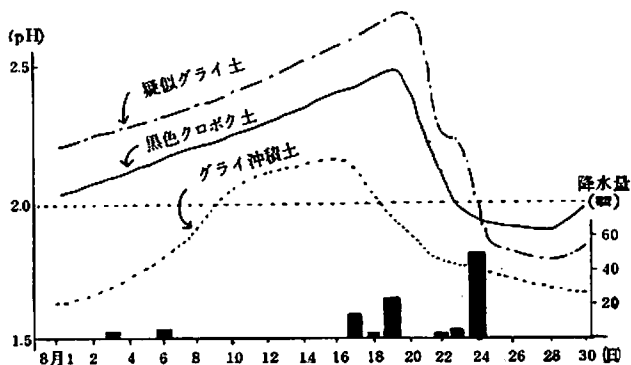


図-73 湿性の要因を異にする土壌の水分の消長 (1975)

雨の少ない時は土壌水分は低く経過するが、その程度は著しくはなく、多雨直後においても土壌水分の増加はグライ沖積土の場合は、地形条件により他からの水の移動が加わるので、雨の少ない時でも、土壌水分は比較的多く、雨の多い時はこの傾向がさらに助長され多湿となる。

次に、さらに作物収量との関係についてみると、図-74に示すように、てん菜の収量は少雨年ではいづれも比較的高いが、多雨年では低下する。しかし、土壌によりその変動の大きいことが示されている。

以上のことから、土地改良の施行基準の設定にあたっては、土壌条件および地形条件などを充分考慮して、改良施行基準を応用的に用いるべきと考える。

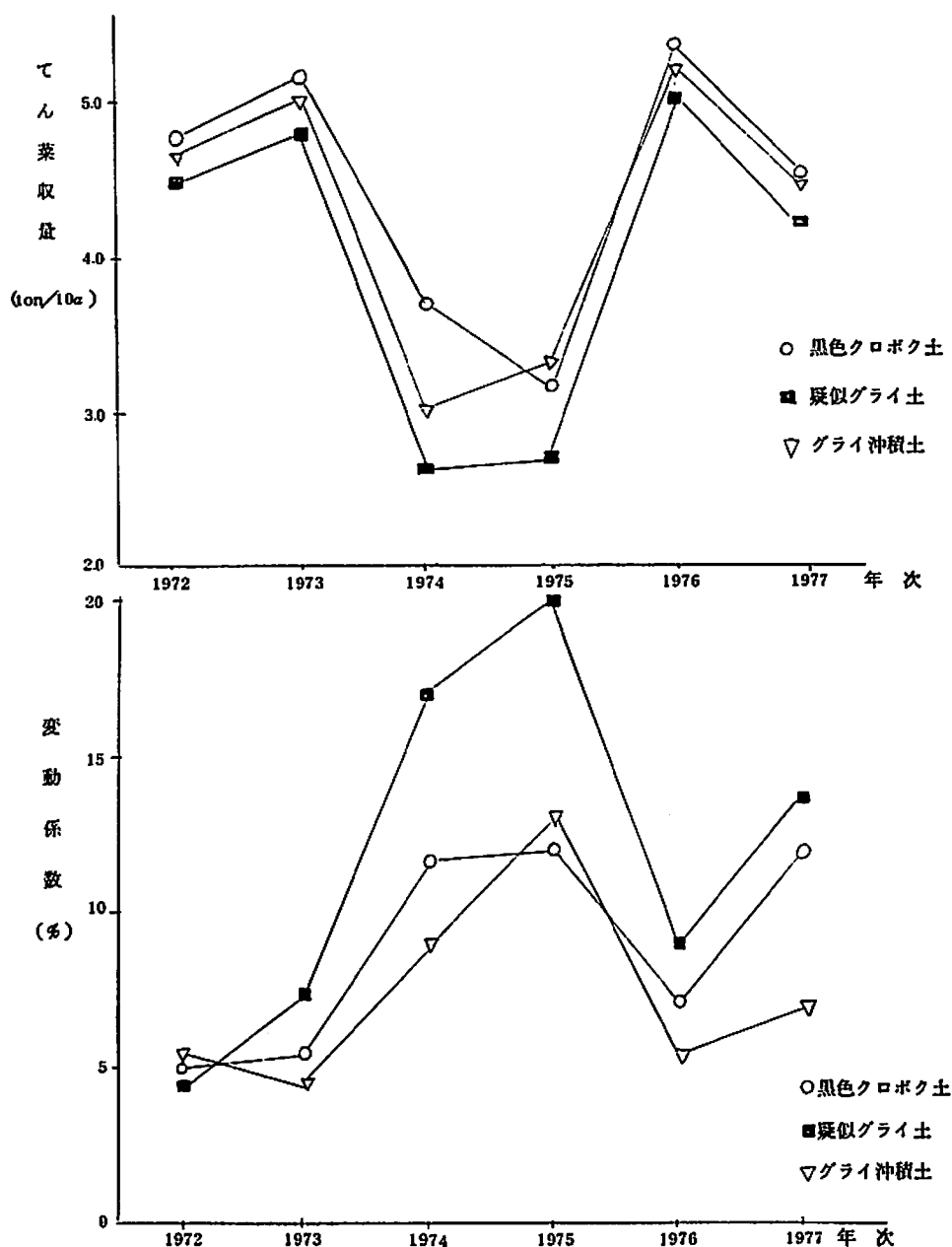


図-74 湿性土壌における年次別のでん菜収量および変動係数(標高 100~200 m)

第2節 十勝における排水試験

排水改良の基本は、明渠排水、暗渠排水の実施である。これらの排水法の効果は、程度の差はあるが、効果の認められるのは疑いのないところである。これら排水法は、土地改良事業で実施されているが、その設計・施行は土壌区分を考慮しておらず画一的な排水法となっている。そのため、排水による土壌改良の効果がすべての土壌で発揮されることは困難であり、それぞれの土壌に対し

各種の補助工法が必要である。

本試験では、暗渠排水が施行されている土壌について土壌の種類別にその補助工法として、浅暗渠、無材心土破砕耕、有材心土破砕耕（雑木片投入）、改良反転客土耕などを施行し、その効果から、排水不良土壌に対する補助工法の効果について検討を試みた。

1) 試験方法

供試土壌は、排水不良要因を異にするとされる火山灰表層疑似グライ土、新期黒色クロボク土および火山灰表層グライ沖積土の3つを用いた。土壌別の処理区別は（表-44）に示す。

表-44 試験処理区別

試験区	土壌 試験位置	疑似グライ土		黒色クロボク土		グライ沖積土		
		本	別	帯	音	幕	別	居
① 無処理区		○	○	○	○	○	○	○
② 心破区		○	○	○	○	○	○	○
③ 心破(有)区		○						
④ 浅暗5m区		○	○	○	○	○	○	○
⑤ " 25m区						○		
⑥ 心破+浅暗			○		○		○	○
⑦ 反転区		○						

註 ○は施行

供試作物および施肥量は、試験圃が農家の輪作圃であるので、農家の慣行に従った。

試験年次は1975～1978年の4ケ年である。

2) 試験結果および考察

収量調査結果を表-45に示す。1975年は多雨年という条件下で試験することになった。火山灰表層グライ沖積土では、全般的に湿害を受け、期待される収量調査ができなかった。しかし、その中で浅暗渠を巾2.5mに密に入れた区が幾分まさる傾向であった。

火山灰表層疑似グライ土では、無材心土破砕区および有材心土破砕区の効果が認められた。浅暗渠区の効果は、渠心の直上では認められたが、渠間では全く認められなかった。また、反転区では逆に周囲から集水され、そのため過湿となり、著しい減収を示した。

新期黒色クロボク土では、無材心土破砕区、浅暗渠区とも同程度の効果が認められた。なお、浅暗渠区では渠心の直上、渠間とも同程度の効果であった。

1976年は、少雨年であったので、排水による効果は全般的に認められなかった。

火山灰表層グライ沖積土では、無処理区、浅暗渠区、無材心土破砕区とも幾分増収効果が認められる程度であった。火山灰表層疑似グライ土では、浅暗渠区における効果は認められなかった。しかし、無材心土破砕区、有材心土破砕区はともに7～8%の効果が認められた。また、反転区は、18%の増収を示し、有効土層が拡大された結果と考えられる。新期黒色クロボク土では、無材心土破砕区の効果は認められたが、浅暗渠区の効果は明らかでなかった。

1977年度は、少雨のため、各土壌とも排水による明らかな効果は認められなかった。

火山灰表層疑似グライ土においては、反転区で12%の効果が、また、無材心土破砕区では4～10%の効果が認められた。しかし、浅暗渠による効果は明らかでなかった。新期黒色クロボク土

においては無材心土破砕区、浅暗渠区で効果が認められた。

火山灰表層グライ沖積土においては、浅暗渠区で5～17%の効果が認められたが、無材心土破砕区の効果は若干認められる程度であった。

1978年度は、生育初期には降雨が多かったが、後期には少なかった。このような気象条件下で試験を行った。

火山灰表層疑似グライ土では、浅暗渠区での効果が無材心土破砕区より高かった。新期黒色クロボク土では、無材心土破砕区、浅暗渠区とも高い効果が得られた。火山灰表層グライ沖積土においては、無材心土破砕区より浅暗渠区の効果が高かった。なお、1978年に浅暗渠区の効果が高かったのは生育初期の降雨を軽減させるのに役立ったものと思われる。

なお、浅暗渠の効果は、多雨年には認められるが、通常の年には効果が少なく、十勝のような冬季に寒気がきびしく、土壌凍結の甚しいところでは凍上による排水管の不凍結や破損の問題を残している。

4ヶ年の試験結果を要約すれば、火山灰表層疑似グライ土では、浅暗渠区の効果は小さく、無材心土破砕区、下層反転区の効果は認められた。

なお、下層反転区の場合は、多雨時に反転区に集水されてくるので、施行する場合は圃場全体に実施することと、あわせて明渠排水および暗渠排水の完備が必要である。新期黒色クロボク土は、無材心土破砕区は多雨年、少雨年とも効果が認められた。浅暗渠区は多雨年では効果が認められたが、少雨年では明らかな効果は認められなかった。火山灰表層グライ沖積土は、多雨年では浅暗渠区のパイプの埋設巾を半分に狭めたもので高い効果が得られた。少雨年では、各土壌とも排水による作物増収効果は認められたが、その程度は低い値であった。

以上の結果から、土壌別の排水の効果は表-46のように要約できる。いづれにしても排水不良地はその要因に対応した排水工法の必要性のあることを伺うことができた。

なお、今後は、各排水不良要因別に詳細な工法の検討が必要である。

一方、作物の湿害は、畑作物の種類により、また、同一作物でも生育時期によりその耐性の研究が必要であるが、現実の問題としては困難であるので、湿害に最も弱い作物を対象に、しかも湿害を最も受けやすい時期に、作土の過剰水の停滞する時期を中心に調査する必要がある。そして、雨の多い時期にこの許容期間内に余剰水を作土から排除することを目指して、排水工法を選択する必要がある。

なお、火山灰表層疑似グライ土および火山灰表層停滞水グライ土などは、作土に余剰水が停滞する原因が下層土の厚さや出現する深さなどが、滞水期間を左右する因子となっている。このような場合には、心土破砕耕などにより不良土層を破砕し、作土の余剰水を一時的に下層深く排除してやることが必要となる。なお、心土破砕耕の実施にあたっては、土層の構成状態や各土層の理化学性を精密に調査した上で、地帯別に破砕深度を見出すべきである。

今後における十勝平野の排水計画は、要因別に排水工法を確立し、これを適用範囲内に実行することである。また、ある排水工法がたとえ適法であったとしても、一地域あるいは一町村単独で計画したのでは、排水型を異にする土壌の錯綜する地域においては、その効果をあらわさない場合も

表-45 排水改良による収量調査

試験区		土壌	グライ沖積土						黒色クロボク土						疑似グライ土					
		試験地	幕 別			柏 葉			帯 広			音 更			本 別			士 幌		
		年次	1975	1976	1977	1976	1977	1978	1975	1976	1977	1976	1977	1978	1975	1976	1977	1976	1977	
		供試作物	とうもろこし	とうもろこし	牧 草	大 豆	てん菜	てん菜	とうもろこし	とうもろこし	とうもろこし	大 豆	小 豆	ばれいしょ	菜 豆	とうもろこし	大 豆	中 長	てん菜	
処 理 区 別	① 無 処 理 区 (kg/10a)		2,160 (100)	5,410 (100)	2,700 (100)	183 (100)	5,700 (100)	6,640 (100)	2,570 (100)	5,600 (100)	5,420 (100)	265 (100)	183 (100)	3,788 (100)	192 (100)	6,220 (100)	224 (100)	233 (100)	183 (100)	
	② 心 破		2,138 (99)	5,735 (106)	2,727 (101)	196 (107)	5,985 (105)	6,940 (104)	3,289 (130)	6,104 (109)	5,745 (106)	297 (112)	210 (115)	4,984 (132)	269 (140)	6,717 (108)	232 (104)	281 (126)	210 (115)	
	③ 心 破 (有)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	292 (152)	6,655 (107)	235 (105)	-	-	
	④ 浅 暗 5 m		2,160 (100)	5,464 (101)	2,835 (105)	225 (123)	6,042 (106)	7,090 (107)	3,036 (120)	5,544 (99)	5,528 (102)	296 (112)	214 (117)	5,227 (138)	188 (98)	6,344 (102)	219 (98)	288 (129)	214 (117)	
	⑤ 浅 暗 2.5 m		2,139 (99)	5,626 (104)	2,916 (108)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	⑥ 心 破 + 浅 暗		-	-	-	252 (138)	6,327 (111)	7,390 (111)	-	-	-	313 (118)	236 (129)	5,493 (144)	-	-	-	285 (128)	236 (129)	
	⑦ 反 転 区		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	157 (82)	7,339 (118)	251 (112)	-	-	

ある。それは主としてグライ沖積土、泥炭土で問題となるであろう。

例えば、火山灰表層グライ沖積土の場合は傾斜地のすそに伏流水が多量に流下してくるため、その地域単独で排水工事を実施するよりも、その地域に伏流してくる水を補水渠を設けて排水すべきであるが、この補水渠は、伏流水の移動区域と合せて設置すべきで、小区域を対象とした排水工事では効果のあがらない区域を残すことになる。

表-46 排水不良地に対する暗渠排水の補助工法の効果

土 壌	心 土 破 砕	浅 暗 渠	下 層 反 転	有 材 心 破
疑似グライ土	+	±	++	++
黒色クロボク土	+	+	±	+
グライ沖積土	+	++	±	+

注) ++効果が高い、+効果がある、±効果明らかでない。

第3節 湿害をおこす土壌の分類位置

十勝平野は、気象的には農期間の降水量が多く、また、土壌的には排水を必要とする面積が多いので、作物は湿害を受け減収することについて述べた。

また、排水不良を呈する要因は、土壌条件は勿論、作物の生育状況や排水効果からみても、きわめて複雑多岐にわたっていることが推察された。このような地域における排水計画は、画一的な方法では効果がなく、その土壌の排水不良要因別に最も適した工事を実施すべきであると考える。

以上から、十勝平野における排水不良地を土壌条件、地形条件を考慮して排水改良のために要因別の土壌類型区分を試みた。その結果、基本型および基本型の組み合わせ型などを考えると次のようになる。

基本型は、土壌断面形態（内部排水）が排水不良の要因になっている型と、土壌断面形態以外の要因が排水不良の原因になっている型の2つに大別された。設定した基本型、複合型の概要と、それらの土壌分類上の位置および基本型の分布概要について次に述べる（図-75）。。

① 排水改良区分-1型（火山灰表層疑似グライ土）

土壌組織が堅密で、雨水の浸透困難な土層が地表50cm以内に存在するときは表土に地表水を生ずる。これを排水改良区分-1型とよぶ。

本型は、主として十勝平野の北部、東北部に分布する。

② 排水改良区分-2型（火山灰表層停滞

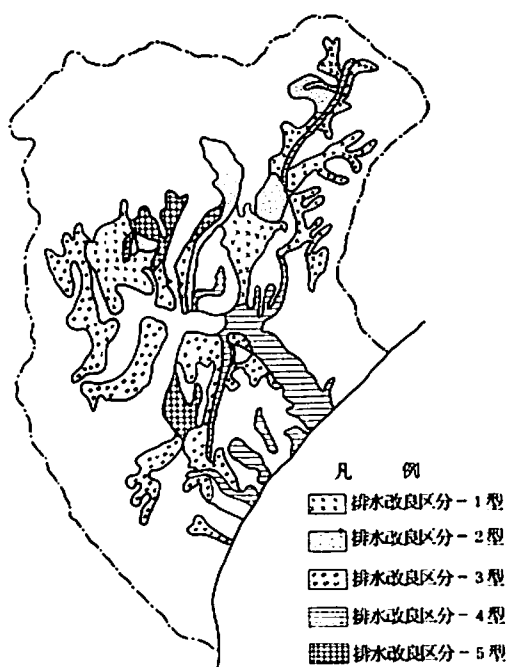


図-75 十勝平野の排水不良地の要因別分布

水グライ土)

土壌の粒度分布が細粒質で、浸透困難な土層からなる場合で、これを排水改良区分-2型とよぶ。この型は、地形的には排水改良区分-1型の分布する台地の凹部に主に分布している。

③ 排水改良区分-3型(新期黒色クロボク土)

火山灰土は、風化過程においてアロフェン粘土が生成され、腐植が多量に集積される。

その結果、土壌の容水量が著しく増大する。さらに、火山灰土は基盤の土層が排水不良の要因を保持するにいたらなくても、土壌水分が潤沢であれば腐植集積が多くなり、いわゆる火山灰土特有の性質を有するようになる。その結果、火山灰土の容水量が増大し、作物は湿害を受け易くなる。これを排水改良区分-3型とよぶ。この型は、十勝平野の西部、中央部の火山灰層が厚く堆積している地域に分布する。

④ 排水改良区分-4型(グライ沖積土、火山灰表層低位泥炭土)

土壌の構成に関係なく、地下水位が高いため排水不良地となっている場合で、このような排水不良地を排水改良区分-4型とよぶ。

殆どどの沖積地(後背湿地)の排水不良地がこれに該当する。この型は十勝川の河口のように河川との落差が減少する地下水位の高い地域に分布する。

⑤ 排水改良区分-5型(火山灰表層グライ沖積土、火山灰表層低位泥炭土)

土壌の構成に関係なく、地下水が地形的に高い台地から、より低い台地および低地に侵透してくるため排水不良地となっている場合で、このような排水不良地を排水改良区分-5型とよぶ。

⑥ 排水改良区分-6型(新期黒色クロボク土/疑似グライ土)

本型は、排水改良区分-1型と排水改良区分-3型の複合型である。すなわち、疑似グライ土の上に火山灰が厚く堆積したものである。

⑦ 排水改良区分-7型(新期黒色クロボク土/停滞水グライ土)

本型は排水改良区分-2型と排水改良区分-3型の複合型である。すなわち、停滞水グライ土の上に火山灰が厚く堆積したものである。

⑧ 排水改良区分8型(新期黒色クロボク土/グライ沖積土)

本型は、排水改良区分-4型と排水改良区分-3型の複合型である。グライ沖積土の上に火山灰が厚く堆積したものである。

以上、排水不良地を合理的に改良するために排水改良のための土壌類型区分を試みたが、これの土壌分類位置は、下記のように要約されよう。すなわち、土壌分類カテゴリー中土壌圃は、腐植集積作用(腐植含量%)、グライ化作用(グライ層出現位置)、斑紋形成作用(斑紋出現位置)および泥炭生成作用を判断基準とする。従って、土壌の保水性、透水性、地下水位等の水分に関する項目がこのカテゴリーと極めて密接な関係を示すことになる。それ故、土壌改良の面からの要排水地の指定は、土壌圃の段階が可能であると思われる。

なお、地力保全基本調査における土壌生産力可能性等級の基準項目の中に、土地の乾湿が取り上げられている。この土地の乾湿は、透水性、保水性、湿潤度の3つの要因項目から判定することになっている。

しかし、この要因項目で判定した場合、同じⅡ等級でも、その排水不良要因は異なることが多いので、それと対応した排水法を見い出していくべきと考える。