

造成地土壌の実態とクリ生育との関係

誌名	果樹試験場報告. A = Bulletin of the Fruit Tree Research Station. A
ISSN	03852326
著者	梅宮, 善章 佐藤, 雄夫 壽, 和夫 小園, 照雄,
巻/号	13号
掲載ページ	p. 51-60
発行年月	1986年3月

造成地土壌の実態とクリ生育との関係^{†1}

梅宮善章, 佐藤雄夫, 壽和夫, 小園照雄

I 緒言

近年のは場造成は、大型機械を利用して大規模な地形修正や土の移動を伴う場合が多い。そのため地表面に理化学性不良な下層土の露出、大型機械による土壌圧縮の反復のほか、場合によっては地下水脈の寸断もあり、生産力的にみて種々問題のある土壌が生成する。また土壌のかく乱程度や機械の走行程度は場所によって異なるので、造成された土壌の性状は著しく不均一化することも考えられる。したがって、作物の栽培を始める前に土壌の実態を調査し、必要な土壌改良を行うべきであるが、そうした時間的余裕がないなどの事情から、作物の生育障害が生じたあとで、土壌条件が問題になる場合が多い。

果樹試験場のクリ育種ほ場も同様であり、土壌の実態不明で改良不十分のまま植付けたため、初期生育が不良で、植栽後数年以内に枯死してしまう木が多かった。

本報ではクリほ場における今後の土壌改良方針の策定、肥培管理法の改善及びほ場利用計画などに資するために土壌の実態を調査するとともに、クリの枯死を誘発した土壌の生育阻害要因を明らかにしようとした。造成地における土壌の実態を果樹の生育との関連で調査した報告は極めて少ないので、その結果を報告する。

II 調査ほ場及び方法

1. 調査ほ場

茨城県筑波郡谷田部町の果樹試験場内のクリ育種ほ場を調査の対象とした。このほ場は標高23m前後の松林、畑、水田からなる表層腐植質黒ボク土の台地を、表土扱い工法により造成された。ほ場総面積は約18haあり、クリ育種ほ場の面積は約4.5haで、その北東部に位置している。クリの生育が不良で枯込む木が多かったのは、接木苗木を植えた約2.6haで、40a（周縁ほ場はそれ以下）ずつに区画された各ほ場ごとに算出した枯死率は37—53%に達した。

2. 植栽方法と肥培管理

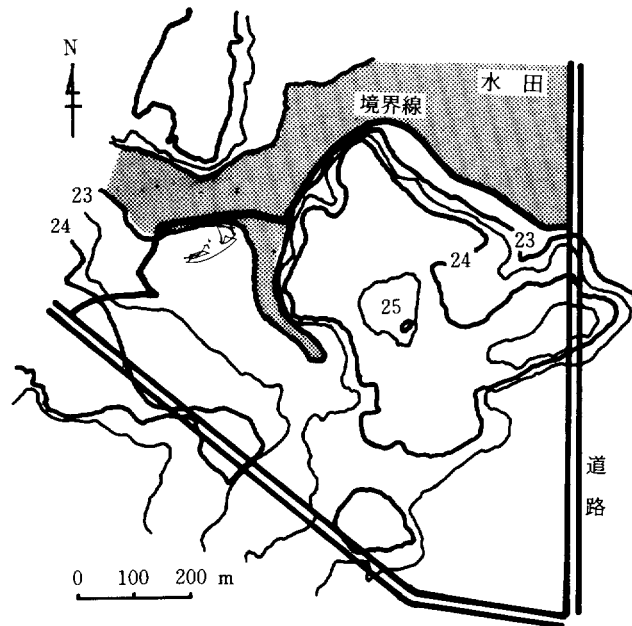
1977年1—2月に、直径約50cm、深さ約30cmの植穴に、溶成リン肥を混入して植付けた。地表面管理はイタリアンライグラスの全面草生で、施肥は硫安、過石、硫加を三要素比率10:7:8に配合したものを、10a当たり窒素成分で5—10kgを12月、5月、9月に分施した。

3. 土壌断面調査

1983年10月に、4.5haのクリほ場内の96地点について、機械力を用いて深さ1.5m以上の試坑を掘り、土色、土性、山中式硬度計による土壌硬度を中心とした土壌断面調査を実施した。またほ場内に残存

^{†1} 果樹試業績番号:A-183 (1985年10月26日受付)

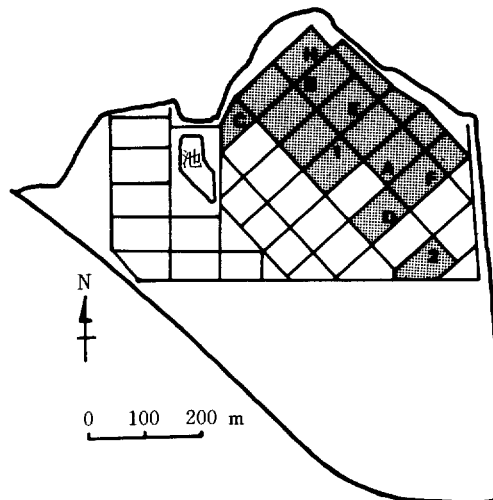
する松林2箇所についても、深さ1mの試坑による断面調査と、検土じょうによるそれ以下の調査を行った。



第1図 ほ場造成前の地形図

数字は標高を示す。

道路と境界線に囲まれた区域が果樹試験場用地



第2図 造成後のほ場区画と調査対象ほ場

■：(調査対象クリほ場及び松林)

AからH及び1, 2は代表的土壌断面の位置を示す。

4. 土壌区分

表層の腐植含量と深さ40cmまでの土壌硬度によって、土壌を1次的に区分した。腐植含量については、土色帳7.5YRの明度、彩度とも4以上と未満で区分し、土壌硬度については、山中式硬度計指標目盛（以下指標硬度と記す）23mm以上と未満で区分した。また上記とは別に地下水位と灰白色の強粘土層の出現する深さ、盤層、グライ層の有無、強粘土の表層土への混入程度による2次的区分も行った。

5. 土壌物理性の測定

前項4. で区分した主要な土壌区を代表する7箇所及び松林2箇所の土壌断面の各層位から、100ml採土管に未かく乱試料を採取し、飽和透水係数、かさ密度、三相分布（砂柱法によるpF1.5に換算）を常法により測定した。

6. 土壌化学性の分析

前項5. と全く同じ層位から採土し、風乾後2mmのふるいを通過した試料を分析に供した。土壌養分分析法（1973）に準じて、pH（H₂O）はガラス電極法、全炭素、全窒素はCNコーダー法、交換性塩基及び陽イオン交換容量（CEC）はSchollenberger法、有効態リン酸はTruog法、可給態窒素は風乾土を最大容水量の60%に保ち、30°C、4週間で求めるビーカー培養法による。

7. クリ樹の枯死率

接木苗木を植えたクリ育種ほ場の試坑周辺の6—12本（本数が違うのは栽植距離が場所によって異なるため）ごとに、栽植本数に対する枯死樹数の百分率で示した。

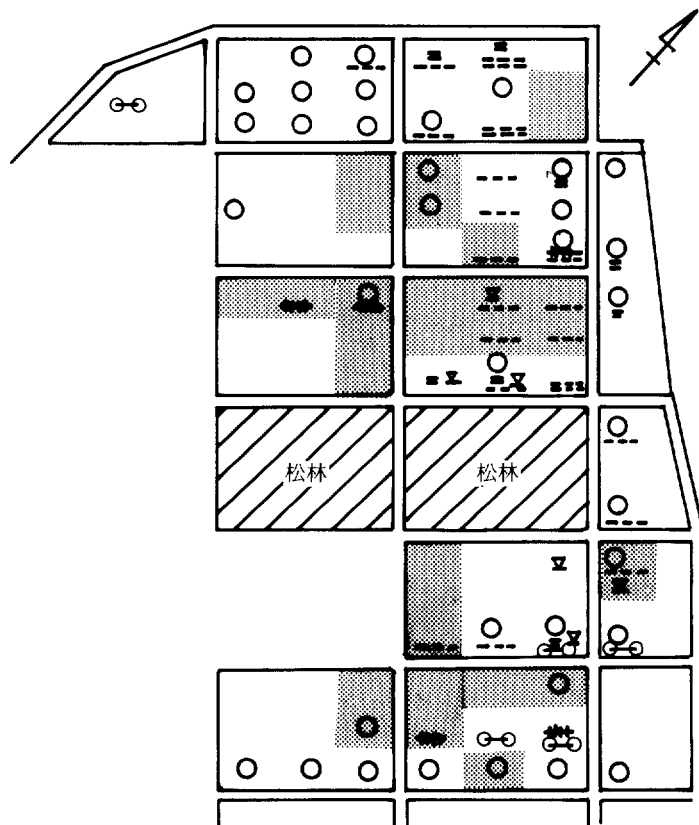
III 結 果

1. 造成工事による土壌の変化

当ほ場は第1図に示した海拔21—25mの小起伏のある台地を、表土扱い工法により第2図に示すほ場区画に造成された。造成工事による土壌の変化を明らかにするため、96地点のほ場土壌の断面並びにその対照としての未造成松林土壌の2箇所の断面を調査した。各断面の特徴を記号化し、それを用いて4.5haのクリほ場の土壌区分図を作製し第3図に示した。また各土壌区の代表的な土壌断面の柱状図を第4図に、土壌の物理性及び化学性の分析結果を、第1、2表に示した。

ほ場内に未造成のまま残されている松林は、自然の層位配列をしており、松林1、松林2とも腐植層の厚さは約30cmであることから、造成前の腐植層の厚さは30cm程度と思われる。また松林土壌は、一般の黒ボク土と同様に良好な物理性を保持しており、松林1、松林2とも深さ50cmまでの指標硬度は16—18mmと小さく、飽和透水係数は 10^{-3} cm/sのオーダーで透水性も良好であった。しかし下層土は場所によって異なり、松林1では深さ75cm以下に指標硬度25mmとかなり硬い層があり、松の根の伸長を阻害していた。また物理性の著しく不良な灰白色の強粘土層が松林2の深さ155cm以下にあり、松林1では深さ2mまで調べてもそれが認められなかった。

造成工事の結果、腐植層の厚さや物理的諸性質は著しく変化した。調査ほ場の表土扱い工法は極めて不完全であり、旧腐植層をはぎ取らずに盛土して腐植に富む層が107cmもある土壌や、表土をはぎ取った跡に旧下層土が盛土されて全層が旧下層土に由来する土壌などが生成し、腐植層の厚さの場

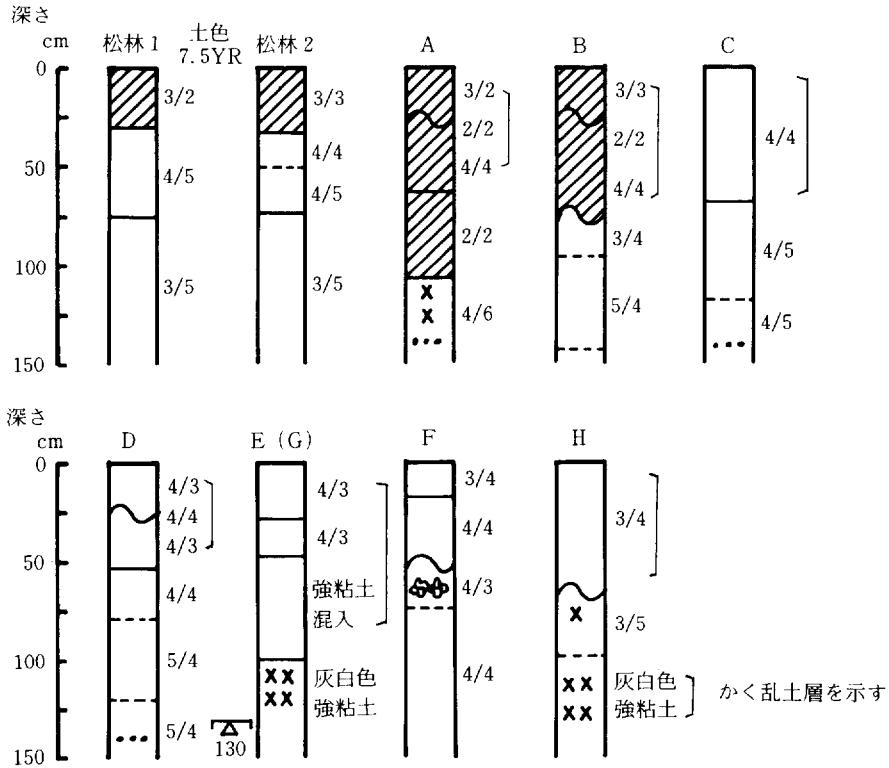


第3図 クリは場の土壌区分図

注) 図中の記号は下記の土壌区分の基準及び土壌区名を示す。

なお土壌区E-Hは2次的区分のためA-Dと重複する場合がある。

記号	土壌区分の基準	土壌区名
■	表層腐植 含-富, 指標硬度23mm 未満	A
●	表層腐植 含-富, 指標硬度23mm 以上	B
□	表層腐植 無-有, 指標硬度23mm 未満	C
○	表層腐植 無-有, 指標硬度23mm 以上	D
≡	不良粘土が深さ60cm 以内に多量混入	E
⊖⊖	グライ層 (深さ 50-100cm)	F
++++	盤 層 (深さ 50-100cm)	
▽	地下水位 (深さ100-150cm)	G
====	灰白色粘土層 (深さ 70-100cm)	H
-----	灰白色粘土層 (深さ100-150cm)	-



第4図 代表的土壌断面の柱状図

所による相違が大きかった。また旧表土と旧下層土が混合した土壌が多かったが、その混合程度も場所によって異なるなど、複雑な土壌断面が各所に見られた。

表土のはぎ取りや戻し時の大型機械の踏圧で生成したとみなされるち密層が、地表近くまたは土層内に存在する土壌があり、土壌の硬さも著しく不均一であった。土層内部のち密層はF土壌に認められ、指標硬度で30mmにも達する盤層となり、グライ化している場合が多かった。これは旧表土上を大型機械が反復通過して土壌を圧縮し、その上に盛土したことから嫌気的条件下で有機物の分解が進行したためと思われる。盤層の透水係数は 10^{-6} cm/sのオーダーで、透水性も極めて不良であった。

B及びD土壌は地表土の物理性が悪化し、第1層の指標硬度は23mm以上、透水係数は 10^{-4} cm/sのオーダーであった。指標硬度が23mm以上では一般に根の伸長が困難とされているが、第3図をみると調査地区内にはそのような土壌が広く分布していた。

第1, 3図をみると、この台地の下方に広範囲に分布する物理性の著しく不良な灰白色の強粘土層は旧地形の台地周縁部で認められ、深さ70—150cmに出現した。この土層が出現する場所では、地下水位の高い場合が多かった。またこの土層が掘り出されて地表近くに多量に混入した土壌も一部にみられた。

旧地形との対応では、造成区画の北西部末端に位置する旧斜面部を埋め立てたと思われる場所の土層配列が極めて複雑で、下部に旧表土と旧下層土が不規則に埋め込まれ、旧表土がグライ化している

第1表 土壌の物理的性質

土壌区	層位	深さ cm	指標硬度 mm	かさ密度 g/100cm ³	三相分布(pF1.5) %			飽和透水係数 cm/s
					固相	液相	気相	
1	1	0-30	17.2	55.5	21.7	66.3	12.0	5.4×10^{-3}
	2	30-75	16.3	48.5	17.4	62.9	19.7	3.2×10^{-3}
	3	75-100	25.0	50.5	19.6	71.2	9.2	2.2×10^{-3}
2	1	0-32	18.0	51.0	21.1	58.5	20.4	8.1×10^{-3}
	2	32-51	16.3	56.8	22.3	60.4	17.3	2.4×10^{-3}
	3	51-74	22.4	66.3	23.7	66.0	10.3	9.7×10^{-4}
	4	74-100	20.4	59.5	21.0	69.3	9.7	1.4×10^{-3}
A	1	0-25	18.0	75.5	27.7	62.7	9.6	1.2×10^{-3}
	2	25-62	20.2	64.0	27.8	65.7	6.5	7.7×10^{-4}
	3	62-106	22.2	53.7	20.7	64.8	14.5	2.7×10^{-3}
B	1	0-22	24.0	72.6	26.5	65.1	8.4	4.3×10^{-4}
	2	22-76	22.5	77.7	28.7	61.7	9.6	2.5×10^{-4}
	3	76-95	20.3	57.6	20.7	68.7	10.6	7.1×10^{-5}
	4	95-143	21.0	58.9	20.7	68.4	10.9	6.2×10^{-4}
C	1	0-68	18.6	55.0	19.4	69.0	11.6	1.6×10^{-3}
	2	68-117	20.2	52.5	18.3	71.3	10.4	3.0×10^{-3}
D	1	0-25	26.2	74.5	27.0	66.7	6.3	1.3×10^{-4}
	2	25-53	21.6	52.8	19.0	72.1	8.9	3.5×10^{-4}
	3	53-78	22.2	49.0	17.4	74.7	7.9	2.1×10^{-4}
	4	78-100	-	64.4	23.2	70.9	5.9	2.7×10^{-4}
E	1	0-27	23.0	106.9	38.1	54.3	7.6	2.1×10^{-4}
	2	27-48	14.5	98.5	34.6	54.6	10.8	3.5×10^{-4}
F	1	0-18	21.9	83.7	30.2	61.9	7.9	4.5×10^{-4}
	2	18-53	21.8	67.7	24.9	55.0	20.1	1.4×10^{-2}
	3	53-73	30.0	79.4	29.3	64.9	5.8	8.7×10^{-6}
	4	73-100	19.8	82.5	29.1	60.8	10.1	1.3×10^{-5}
H	1	0-66	21.6	78.2	31.2	58.8	10.0	1.6×10^{-3}
	2	66-98	23.4	96.9	35.3	58.9	5.8	3.1×10^{-5}
	3	98-120	-	105.0	38.4	61.6	0.0	6.0×10^{-6}

場合もあった。腐植層の厚さ、硬度などについては、旧地形との対応が明らかでなかった。

土壌の化学性を第2表でみると、松林土壌は交換性 Ca 及び Mg が極めて低く、塩基の溶脱が進んでいるが、クリ園土壌はそれらが高まっており、造成時に石灰質資材が供給されたことがうかがわれる。pH (H₂O) は6を越える土壌もあり、クリの好適 pH (H₂O) とされる5.0-5.5と対比すれば、供給過剰であったと考えられる。

土壌の窒素供給力の目安となる可給態窒素量は、表層に腐植層が存在することで区分した A 及び B 土壌の第1層で高く、100g 当たり3.44-4.90mg であった。表層に腐植を欠く C, D 土壌では1.95-2.90mg と低く、また灰白色粘土の混入した土壌はさらに低かった。なお松林土壌の第1層は6.68-10.01mg とクリ園土壌よりも明らかに高かった。未耕地を開墾すれば、一時的に可給態窒素を放出することは古くから知られており、クリ園土壌が低かったのは造成後の年数が経過したためと思われる。

第2表 土壌の化学的性質

土壌区	層位	pH(H ₂ O)	T-C	T-N	有効態リン酸 ^a mg/100g	交換性陽イオンme/100g			CEC me/100g	可給態窒素 mgN/100g
			%	%		Ca	Mg	K		
1	1	5.14	6.16	0.402	0.5	0.81	0.27	0.20	24.8	12.01
	2	5.35	2.20	0.187	0.7	0.67	0.84	0.10	23.0	1.20
	3	5.66	2.44	0.193	0.2	0.49	0.70	0.06	27.7	0.02
2	1	5.24	4.00	0.271	0.4	0.41	0.27	0.20	21.3	6.68
	2	5.38	1.99	0.158	0.5	0.33	0.36	0.25	20.1	2.21
	3	5.40	1.88	0.149	0.2	0.32	0.73	0.15	21.3	0.49
	4	5.68	1.52	0.129	0.5	1.27	1.55	0.17	25.3	0.33
A	1	6.20	4.21	0.303	2.2	3.77	3.02	0.99	28.0	4.90
	2	5.79	5.98	0.408	0.5	8.68	3.03	0.18	28.8	5.89
	3	5.50	7.16	0.403	0.7	4.25	3.72	0.11	36.1	1.86
B	1	5.85	3.80	0.276	1.6	8.59	1.85	0.80	23.6	3.44
	2	5.98	3.57	0.247	0.9	8.14	2.74	0.14	19.8	2.93
	3	6.04	2.14	0.185	0.5	3.41	3.15	0.10	21.4	0.93
	4	6.18	1.87	0.175	0.6	1.78	3.17	0.09	25.1	0.90
C	1	6.20	2.43	0.212	1.7	10.52	3.15	1.38	26.3	2.90
	2	6.30	1.12	0.115	0.4	14.76	4.62	0.42	25.2	0.04
D	1	6.26	3.57	0.261	0.7	6.66	3.12	0.37	25.4	1.95
	2	6.45	2.20	0.179	1.0	13.28	2.36	0.11	27.4	0.08
	3	6.30	2.19	0.167	0.3	3.85	3.28	0.11	26.2	0.08
	4	5.85	1.13	0.122	0.5	1.14	1.71	0.09	22.7	-0.18
E	1	5.76	2.63	0.193	1.0	6.27	2.93	0.34	21.6	2.91
	2	5.86	1.24	0.101	0.7	3.76	3.25	0.13	22.1	0.64
F	1	6.01	3.58	0.284	1.4	12.47	2.38	0.73	26.1	4.11
	2	6.40	3.03	0.229	0.4	13.58	3.37	0.10	24.9	2.89
	3	5.55	4.43	0.320	1.1	3.04	2.18	0.36	21.3	3.23
	4	5.62	1.51	0.147	0.6	4.38	1.58	0.25	19.6	1.72
H	1	5.95	1.57	0.142	1.1	6.02	3.94	0.31	20.0	1.30
	2	5.35	0.99	0.063	0.4	2.46	3.53	0.49	19.6	-0.21
	3	5.75	0.31	0.036	1.1	8.78	1.99	0.24	28.0	-

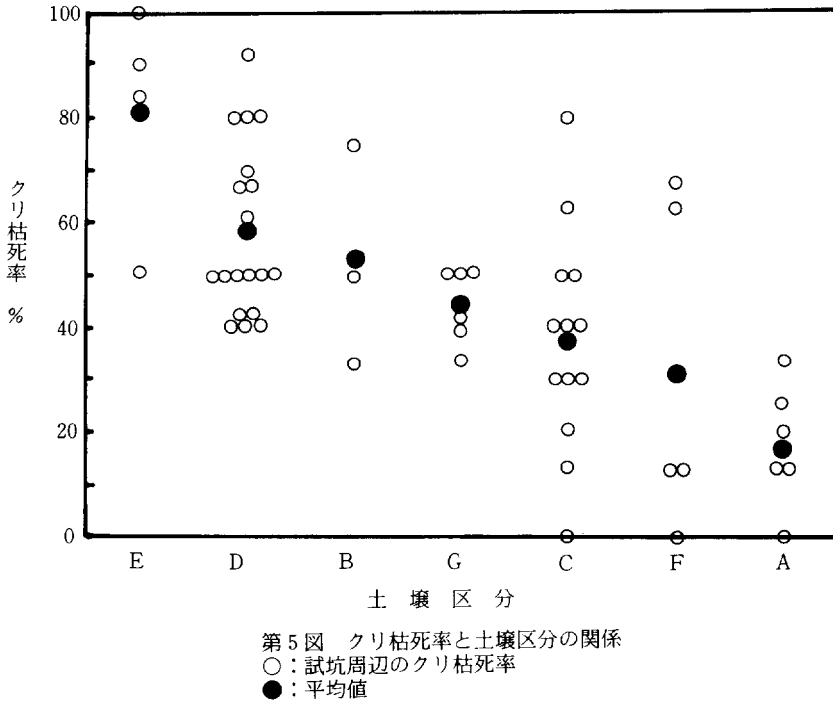
a Truog法

2. クリの枯死と土壌条件との関係

調査ほ場ではクリの生育が不良で、枯死する木が非常に多かった。枯死は接木苗を移植した場合に多く実生樹には発生しなかった。この障害は移植した当年には発生しないで翌年に多発し、4—5年経過すれば発生しなくなる。障害発生の時期は初冬から早春にかけてであり、地表部のみ枯死し、後で台芽が伸びてくるものが多い。このほか凍害の症状として一般に認められている徴候（青木, 1984; 益田, 1984）と類似しているため、枯死の直接的な原因は凍害と考えられた。

凍害発生は後述のように木の栄養状態と密接な関係があり、土壌条件は重要な誘因になるとされている。そこで接木苗木を植えた約2.6haのは場について、前述の土壌区分とクリの枯死率との関係を検討し、第5図に示した。

灰白色の強粘土が地表近くまで多量に混入したE土壌や、表土が硬くて腐植の少ないD土壌は枯死率が高かった。しかし表土のpHとの関係や、深さ53—100cmに介在する盤層、グライ層及び1m以下の強粘土層、地下水位などとの関係は明らかでなかった。



IV 考 察

調査ほ場は筑波台地の一角に位置し、北と東側が谷地田に接する台地にある。この台地は関東ローム層で被われ、その下に常総粘土層が広く分布している。またこのような地形条件では、標高差が数mにもかかわらず、微地形の変化と密接に関係して、腐植含量の異なる黒ボク土が分布する（永塚，大羽，1982）。

果樹試験場ほ場の造成工事前に行った土壤調査（関谷，小畑，1975）によれば、深さ1mまでの土壤物理性は、かさ密度が50—55g/100cm³、固相率が17—22%、飽和透水係数が10⁻³cm/sのオーダーで透水性は良好であり、降雨後の地下水位はローム層の下に分布する灰白色粘土層の影響を大きく受けていた。

ほ場内に残存する松林の土壤物理性の調査結果は、ほ場造成前の値とほぼ一致し、土層がかく乱された形跡も認められないので、この土壤は自然の土層配列と考えられる。なお松林1の第3層は人為が加わっていないにもかかわらず硬度が高かったが、全炭素も若干高くなっていることから、これは同地域に広く分布するハード・ローム（永塚，大羽，1982）と考えられる。

これに対し造成されたほ場の土壤は、物理性が良好なのはC土壤のみであり、それ以外の土壤はいずれも表層または土層内部で硬度及び固相率が增大していた。これはほ場造成に伴う大型機械の踏圧により土壤がち密化したものと考えられる。火山灰土壤は自然構造のままであれば、ブルドーザで踏圧されても粗孔隙や透水性はほとんど低下しないが、構造が破壊、かく乱された場合は含水比の程度により透水係数は大幅に減少する。このとき仮比重はさほど増加しなくても、粗孔隙は皆無か、ま

たは至る所で閉鎖されて連続性が無くなることが知られている（多田，1979）．本ほ場においても，造成工事の際，同様な過程で粗孔隙，透水性が減少したものと考えられる．

造成工事によって腐植層の厚さが激変したため土壌養分，特に窒素の供給力は著しく不均一となった．

このようにほ場造成によって土壌の物理性は明らかに悪化し窒素供給力も低下した場所が多いことが認められた．

造成地での果樹の生育は，土壌が未熟なために支障が多く（農林水産省果樹試験場編，1983），黒ボク土の造成地でも粗孔隙が消失し，果樹の生育が不揃いとなった例（浦木，1979）が報告されている．

調査ほ場のクリの枯死は，直接的には凍害が原因と判定したが，土壌区分との関係から検討した結果（第5図），表層土の物理性及び化学性の不良に誘発されたものと推測した．深さ50cm以下の盤層や，1m以下の強粘土層，地下水位の存在なども生育と無関係ではないが，それらとクリの枯死率との関係は明らかでなかった．すなわち植栽の翌年ないし数年以内に枯死が多発したことから，クリの根群が表層から下層へと伸長する以前に障害を起こしたものと考えられる．この場合，表層土の不良要因としては，可給態窒素の不足，及び草生のイタリアンライグラスとの養水分の競合のほか，硬度の増加と降雨後の排水の遅延に伴う通気不良による根の伸長阻害や活性の低下などがあげられ，それらが複合して栄養不良となり，枯死の誘引になったと考えられる．

クリの凍害は気象条件だけではなく，土壌や栽培条件などが複雑に関係して発生するとされている．すなわち地下水位の高い園や，やせ地に植えた場合に発生しやすく（原，1978），また無施肥や少肥にしたり，生育の悪いものほど凍害を受けやすく（青木，松浦，1973），耐凍性も劣る（安延，1970）といわれている．土壌水分と耐凍性の関係については，土壌水分が多いほど耐凍性は減少する（沢野，1980）といわれている．このように，クリの凍害は窒素不足による樹体栄養の不良と，土壌水分の過剰が密接に関係するという報告が多い．

以上のことから表層腐植質黒ボク土よりなる台地を大型機械によりほ場造成した結果，腐植層の厚さや土壌物理性は著しく変化し不良土壌が各所に出現した．このため植栽されたクリは栄養不良となって凍害を受けやすくなり，枯死率が高まったと考えられる．

V 摘 要

大型機械により造成された果樹試験場内のクリほ場で，造成に伴う土壌の変化を調査し，クリの生育との関係について検討した．

1. 表層腐植質黒ボク土からなる台地の造成地を土壌調査した結果，腐植層の厚さが場所によって大きく変化し，硬度の増加や透水性の不良のほか，強粘土の混入，グライ層，盤層のある場所などが出現し，土壌は著しく不均一化していた（第1—4図，第1，2表）．

2. このほ場に植栽したクリは生育不良で，枯死する木が多かったが，枯死の直接的な原因は凍害と考えられた．

3. クリの凍害を誘発した土壌要因として，表層土の物理性の不良と下層土の露出や混入のため窒

素供給力が小さいことが摘出され（第5図）、草生との養水分の競合も関与したと考えられる。

引用文献

- 1) 青木秋広 (1984). 凍寒害対策. 農業技術大系果樹編 5. 農山漁村文化協会.
- 2) ——・松浦永一郎 (1973). クリの台木および施肥条件と凍害発生との関係. 栃木農試研報. **17**, 107-118.
- 3) 土壤養分測定法委員会編 (1973). 土壤養分分析法. 養賢堂.
- 4) 原弘道 (1978). 気象災害. 猪崎政敏編. クリ栽培の理論と実際. 博友社.
- 5) 益田信篤 (1984). 凍霜害の要因と対策. 農業技術大系果樹編 5. 農山漁村文化協会.
- 6) 永塚鎮男, 大羽 裕 (1982). 筑波台地における土壤の分布様式と成因的特徴. 土肥誌. **53**, 457-464.
- 7) 農林水産省果樹試験場編 (1983). 樹園地造成法と各種果樹園の土づくりの方策と実態.
- 8) 沢野 稔 (1980). クリ樹の耐凍性に及ぼす土壤水分並びに地温の影響. 神大農研報. **14**, 31-35.
- 9) 関谷宏三・小畑 仁 (1975). 茨城県谷田部地区の火山灰台地における土壤物理性と地下水位及び土壤水分特性. 果樹試報. **A2**, 99-113.
- 10) 多田 敦 (1979). 水田の基盤整備. 土壤物理研究会編. 土壤の物理性と植物生育. 養賢堂.
- 11) 浦木松寿 (1979). 落葉果樹園土壤の物理性と植生. 土壤物理研究会編. 土壤の物理性と植物生育. 養賢堂.
- 12) 安延義弘 (1970). クリ樹の凍害に関する研究 (第4報) 栽培条件がクリ樹の耐凍性におよぼす影響. 神奈川園試研報. **18**, 75-81.

Relationship between Soil Properties of Reclaimed Land and Growth of Chestnut Trees

Yoshiaki UMEMIYA, Yuo SATO, Kazuo KOTOBUKI and Teruo KOZONO

Summary

The relationship between the soil properties and growth of chestnut trees was studied in an orchard reclaimed by heavy machines in a Humic Andosol.

1. Land reclamation resulted in remarkable changes in the soil profiles and thickness of humic layer, decrease in water permeability, increase in hardness, formation of hard pans, and mixing of heavy clay and gley horizon in the soil profiles.

2. It was shown that freezing injury adversely affected the growth of many chestnut trees or caused their death.

3. These results suggest that the deficiency of available soil nitrogen due to the lack of a humic layer and unfavorable soil physical properties enhance freezing injury of chestnut trees.