

桑園土壤について

永井 政雄*

はじめに

最近、桑園における労働生産性は著しく向上したが、一方土地生産はこれを単位面積当り全国平均収藪量の推移からみると、昭和36年の70.6kgを最高にそれ以後は停滞しており、ここ数年はやや上向きの傾向を示し昭和44年には74kgとなっているとはいえ、全般の傾向としては横ばいであるといえる。

この原因としては未成桑園の増加、桑園が生産性の高い平地から地味の劣る農山村や山村の山間傾斜地に移行していること、さらには農村労働力が不足のため桑園の管理が不十分で、これが地力低下に結び付いていることなど種々の理由が指摘されている。

このため、土地生産性の向上が強く望まれているが、それにはまず桑生産の基盤である土壤に適切な改善対策を施して地力の増進を図り、施肥および栽桑法を組立て、安定多収な技術を確立することが前提であるとき、土壤肥料分野に対する期待は極めて大きい。

1. 桑園土壤の概況

昭和41年の統計によれば、全国の桑園面積は表一に示すように16.2万haとなっているが、これを地域別にみると関東、東山ならびに東北に多く、これらの地域のみで約12万haに達し、全桑園面積の3/4を占める。

また、全国の総収藪量は10.5万 ton であるが、上記3地域のみで80%にも達している。

10 a 当り収藪量は全国平均65.2kgであるが地域別にみ

表一 養蚕業の地域別概況(41年)

区 分	単 位	全 国	東 北	北 陸	関 東	東 山	東 海	近 畿	中 国	四 国	九 州
養蚕農業数	1,000戸	478	87	21	141	106	37	12	17	20	38
桑園面積	1,000ha	162	31	5	55	35	12	3	4	5	11
収 藪 量	ton	105,392	16,257	1,603	41,380	26,299	5,871	1,653	2,351	2,990	6,989
10 a 当り収藪量	kg	65.2	52.3	29.8	75.9	75.3	48.5	48.8	52.6	62.0	63.5

(41年養蚕統計年報)

* 農林省蚕糸試験場 1970. 5. 6. 受理

ると主要生産地域である関東、東山が75kgであり、ついで九州、四国の60kg台で、主要生産地域の1つである東北は50kg、また東海、近畿は40kg台となっており、北陸は気象的制約が大きいこともあって30kgに満たず、収藪量の地域差は著しく大きい。

1. 桑園土壤区分とその分布

桑園土壤については昭和30~38年に亘って実施された

表一 桑園土壤区分とその分布

土 壤 区 分	土 壤 区 分		
非火山性土	51.6	火山性土	48.4
砂丘土	0.4	多腐植質火山灰土	5.5
排水良好な沖積土	12.6	湿性多腐植質火山灰	1.3
排水や良好な沖積土	7.6	土	
排水良好な沖積土	3.8	腐植質火山灰土	9.5
排水きわめて不良な沖積土	0.4	湿性腐植質火山灰土	2.0
崩積土	10.4	鉍質火山灰土	1.6
排水不良な崩積土	3.1	湿性鉍質火山灰土	0.3
軟質受食土	1.7	崩積性腐植質火山灰	11.5
硬質受食土	1.0	土	
準硬質受食土	1.7	湿性崩積性腐植質火	1.5
れき質受食土	1.5	山灰土	
褐色森林土	3.1	崩積性鉍質火山灰土	2.1
湿性褐色森林土	1.5	湿性崩積性鉍質火山	0.4
灰褐色森林土	0.02	灰土	
赤黄色土	2.7	受食性腐植質火山灰	1.0
		土	
		受食性鉍質火山灰土	1.3
		沖積性腐植質火山灰	4.4
		土	
		沖積性鉍質火山灰土	0.6
		湿性沖積性腐植火山	3.0
		灰土	
		湿性沖積性鉍質火山	0.5
		灰土	
		浮石土	1.1
		火山砂れき土	0.6

施肥改善合理化事業に基づく土壤調査により全国的分布とその特徴がほぼ明らかにされている。なお、この調査には23都府県の蚕糸試験場が参加し、全国桑園の70%が調

査された。

表一2にみられる如く、桑園土壤を火山性土と非火山性に大別すると両者の占める割合はほぼ等しい。また、これら土壤の細区分別では排水良好な沖積土の面積が最も大で、全面積の12.6%を占めている。この土壤の分布は全国的で桑園の希薄地帯にも河川敷などに集団的にみられる。ついで崩積性腐植質火山灰土の11.5%、崩積土の10.4%などが多く、このことは桑園の分布が比較的傾斜の多いことを反映している。さらに平坦または比較的傾斜のゆるいところに分布する腐植質火山灰土の9.5%、排水やや良好な沖積土の7.6%なども多く、これらは桑園土壤の中で主要な位置を占めている。

2. 土壤区分と生産力

土壤区分の生産力を判定する場合に、全国平均では生産力の高い県に多く分布する土壤区分は生産力が高くなり、生産力の低い県に多く分布する土壤区分は生産力が低くなるので地域性を加味した土壤の生産力という見方では意義があるが、地域内での生産力の比較では問題がある。

そこで、これを純土壤の立場から生産力を総合判断すれば次の通りである。

沖積土 > 沖積性火山灰土 > 褐色森林土 > 赤黄色土 > 崩積土 (火山性土 > 非火山性土) > 受食土 (火山性土 > 非火山性土) > 浮石土 砂丘土 火山砂れき土

2. 土壤の物理的要因と生産性

1. 土性と生産力

桑は既に述べた如く多くの土壤区分あるいは条件のもとで栽培されている。したがって生産力に関係のある要因は種々であるが、ここでは主要な物理的要因の2.3について述べる。まず、土性であるが、表一3の如く、その種類は広い範囲にわたっている。生産力との関係は一般には土性が砂土とか、れき土あるいは植土など極端な土壤では生産力は低い。

表一3 土性別分布

土壤	土性	土性					
		砂土	砂壤土	壤土	植壤土	植土	れき土
非火山性土	表土	5.5	27.0	33.2	20.5	8.0	5.0
	下層土	11.1	17.4	13.8	19.1	20.4	18.3
火山性土	表土	0.3	20.5	29.7	31.3	16.9	1.3
	下層土	2.5	12.3	10.9	32.6	33.1	8.5

しかし、実際の桑園では表土あるいは下層土の土性の細粗のみでは生産力と結びつかないことが多い。土性お

よび層序が密に関与する。表土と下層土がそれぞれSL, SL; SL, CL; L, Cの場合には生産力が高く、また、S, S; SL, S などでは低い例が多い。SL, れき土の場合も生産力が低い。すなわち下層土の保水および保肥力の低い土壤では桑園として生産力が劣るといえる。

2. 有効土層と生産力

表一4 有効土層の厚さ

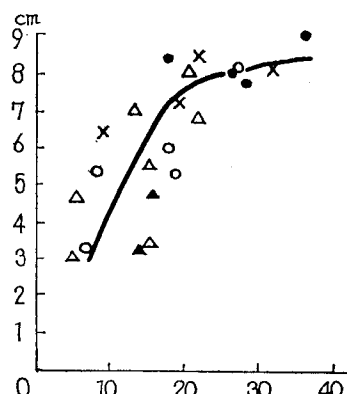
土壤	厚さ cm					
	0~25	25~50	50~75	75~100	100~125	125~
非火山性土	1.3	10.4	23.5	20.2	34.9	9.8
火山性土	0.1	4.2	17.6	14.3	41.1	22.6

有効土層が25cmより浅い土壤では桑園として不適当で、この種の多い土壤は赤黄色土で、25~50cmでは浮石土、赤黄色土、砂丘土、受食土に多く、生産力は劣る。桑園としては少くとも60~70cmの有効土層があり、下層に不透水層などがなく、通気性が良好であることが望ましい。

2. 土壤中の気相率と桑生育との関係

桑の生育は酸素と水によって支配されることは当然であるが、両者は土壤中で相対関係にあり、桑の生育は土壤が湿润状態ではO₂の多少によって乾燥状態では水分の多少によって支配される。

桑の根の伸長は気相率が20%までは増加し気相率が10%以下になると桑の生育に影響があらわれ、3.8%以下になると地上部、地下部ともに伸長は著しく阻害を受ける。なお、酸素の拡散速度は気相率が15%以上では沖積土、火山灰土ともに孔隙の大きさに関係なく大きい、沖積土では気相率が10~15%では孔隙分布に支配され、10%以下では著しく阻害される。



図一1 気相率と根の伸長 (農林蚕試森ら)

3. 酸素濃度と桑の生育

土壤の酸素濃度が低下するにつれて桑の生育は阻害を

受けるが、その程度は根が最も著しくついで葉、条の順である。根では酸素濃度が10%以下になると影響を受ける。

表一五 酸素濃度と総根数指数 (その1)

酸素濃度	0%	2	3	5	10	20.6
総根数指数	0	4	16	80	108	100

酸素濃度と部位別重量指数 (その2)

酸素濃度	部 位	葉	条	葉柄	根	総重量
20%		100	100	100	100	100
10		104	104	80	83	100
7.5		82	79	80	50	78
5		66	61	60	33	61

(農林・蚕試 森ら)

表一六 土壌の酸素濃度と根の伸長

酸素濃度	0	2	3	5	10	20.6
指 数	0	4	16	80	108	100

表一七 土壌中の酸素濃度と部位別重量 (単位mg)

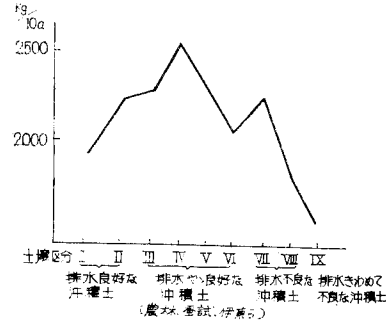
部 位	部 位		部 位
酸素濃度	条	葉+葉柄	根
21	277	735	114
15	248	630	87
13	249	641	61
11	230	601	64
9	198	505	49
7	167	383	42
3	143	328	30
0	34	83	3

(農林・蚕試 森ら)

4. 地下水位と桑の生育

地下水位の高低は桑園の生産力に密接な関係があり、地下水位が過度に高い場合には、根は浅く、根系分布は著しく小さくなり、樹令も短かい。伊東らは甲府市長松寺附近の31カ所の桑園を調査し、土壌区分と生産力との関係を図一2の如く示した。

このうち土壌区分VII, VIII, IXはともに地下水位が1m以下にあり、とくにIXは50cm以下であった。なお、



図一2 土壌区分と生産性 (蚕試伊東ら)

VIは下層土が黒泥質層または黒褐色植土であり、Iは土性が粗で乾性が強い土壌であった。なお、下層に斑鉄などが出現する排水やや良好な沖積土は最も生産力が高い結果を得ている。

5. 土壌水分と桑の生育

火山らは圃場水量22~23%, 萎凋点水分9%の砂壤土を用いて、桑苗をガラスポットに植え、土壌水分と生育との関係を観察し、有効水分の30%が失なわれれば根の生長は急におとろえ、さらに50%以上失なわれると、地上部と根の生長は始んど停止すると報告している。

また、直井は無散水、有効水1/2および有効水に土壌水分を散水により保った場合の桑樹乾物増加量について比較し、下記の如き成績を得た。両者の違いは前者が幼苗によるポット試験であるのに対して、後者が圃場試験であるためである。

表一八 土壌水分と桑樹乾物増加量 (株当り)

部位	地下部		地上部		合 計
	根 株	株	枝	葉	
散水					
無散水	97.0	34.0	135.4	151.4	418.3
有効水 1/2	231.1	99.0	220.9	243.8	794.8
有効水	212.1	108.0	236.1	270.3	826.6

(農林・蚕試・直井)

なお、桑園での水分消費型は必ずしも明確ではないが、一般的に言えば、表層消費型であり、表層40~45cmで全体の70~80%が消費され、さらに40cmの間でも地表に近い土層で50%以上を示す場合が多い。消費水量は1日当り最大6mmとするのが一般である。

3. 桑園土壌の特徴

桑園では一度桑が定植されると長期にわたってそのまま栽培されるため、施肥、耕耘などの管理がほぼ一定の位置で繰返えされるという特殊な条件にあるため、一般の農耕地と異なった、きわめて複雑な土壌を形成する。

すなわち、桑は通常植溝を掘って、堆肥、粗大有機物その他土壤改良資材あるいは表土などを基肥とともに溝底に入れ、その上に植付けられる。また、一旦植付けられると、その位置は永年固定化される。

畦間中央は土中堆肥などが比較的深く施されるか、あるいは草生作物または敷わらによって被覆されるなど特殊な土壤管理が行われる一方、肥料は株ぎわなど畦間のほぼ決った位置に毎年繰返し溝施用されることが多い。

このように植付けとその後の肥培管理および桑樹とくに地下部の影響が土壤に反映して特殊な桑園土壤が形成される。この点について伊東は Zakosek が中部ヨーロッパのぶどう園の土壤形態と対比して、桑園土壤の基本的な土壤断面を図一3の如く図示するとともにつぎの3つの位置を提唱している。

すなわち、(1)畦に相当する位置で、Zakosek の R 層に相当する。この層は桑の植付けのため溝掘作業により本来の土壤層序が少なからず破壊され、いわゆる Ap 層と異なる Ak 層が形成される。また畦と畦の間には Ap 層

を含む土壤構成が観察されるが、この位置は植付け後の肥培管理の影響をもつとも強くうけるため、層序を異にした二つの位置に区別することができる。(2)畦間中央は土中堆肥などのかたちで有機物が施用される場合が多く、一般の地上部の Ao に対応して土中の有機質の層位 Ao が形成される。敷わらの場合には自然土壤の Ao 層と対応する。(3)畦間の他の部位、とくに株ぎわに近い部分は本来の土壤構成を他の二つの位置よりもよく維持している。この位置は、従来一般に行なわれてきた株ぎわの溝施肥位置にあたる場所である。

一般に、これらの3位置は株間、畦間中央、株ぎわと呼ばれる。

また、森らは桑園で畦の方向に直交する土壤断面の化学性を詳細に調査して、桑園土壤に出現する諸性質の大部分が示される断面を桑園の単位断面とすることを提案している。

桑園の造成法

桑園土壤の特徴を形成する条件は土壤がもともと持っている性状と人為的な造成法あるいは土壤管理の違いに基くものである。

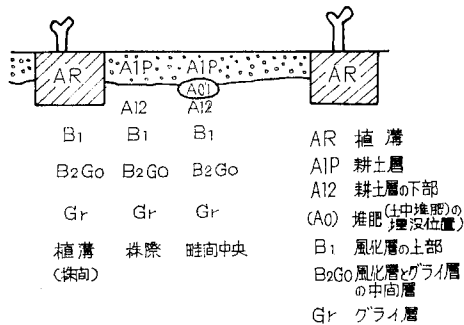
桑園の造成法には種々あるが、その選択は技術的には地形、土壤、造成後の管理法などによって決まる。一例をあげれば次の通りである。

造成方式	現況傾斜	管理機種
山成工	0~15°	四輪トラクター
褶曲整形型	12~20	歩行型 "
改良傾斜緩和型	12~30	四輪 "
山成工土壤改良型	15~25	歩行型 "
階段工全断面切土法	15~30	歩行型 "
斜面切盛工法	12~25	四輪 "

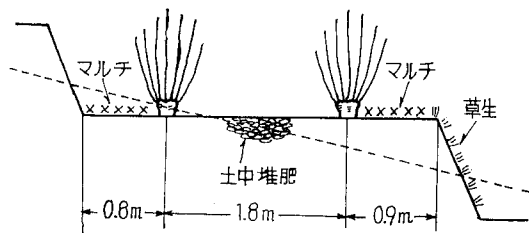
これらは基本的には山成工と階段工の2つに大別することができる。

山成工は現況地形をできるだけ修正せず、ブルドーザもしくはレーキトザにより開墾造成する方式で、階段工に比べて土地利用率高いこと、表土の移動が少なく、心土の露出もないことなどの点で優れているが、この反面、植溝掘りを人力に頼らざるを得ないため、多大の労力を要し、また管理の機種にも制約があるなどの難点がある。

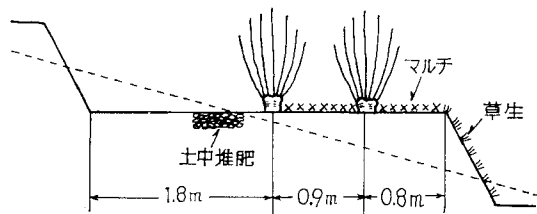
簡易開墾は植溝を掘らずに穴植えするもので簡便な方法であるが、深耕して植付けた場合より優れたとの事例もあり、土壤条件によっては有効な方法である。しかし、表一9にみられるように10a当り収量は1000kg以下と低く、概して低収であるので、これより多収をあげるためには土壤の理化学性を積極的に改善する対策を施す必要



図一3 桑園の土壤構成模式図(蚕試伊東)



図一4 全断面切上工法の場合の植栽例



図一5 切盛土工法の場合の植栽例

がある。

階段工は山成工に比べて、施工コストが嵩むという欠点はあるが、造成後の管理や侵食防止の面からは優れた方法である。

階段工には前掲の如く全断面切土法と切盛土法の別があり、前者は造成に2工程を要し、後者に比べて多くの経費がかかるが、長期的にみれば造成の際に根本的な土壌改造を施すことが結局は特策であり、桑園造成には全断面切土法が奨励されている。

桑の生育は地形や開墾方式によって著しく異なり、造成前の表土の厚さは造成後の桑の生育を支配する。また、切土部は盛土部に劣り、同一テラス面においても山側の桑生育は谷側に劣るのが一般である。

表-9 開墾様式と桑生育

造成方法	年次 収量	昭39年 昭40年 昭41年 昭42年 昭43年				
		昭和	39年	40年	41年	42年
機械開墾A	収量	324	669	786	1,005	696
	指数	84	110	118	111	109
" B	収量	387	607	662	908	641
	指数	100	100	100	100	100
簡易機械開墾	収量	373	752	755	1,021	725
	指数	115	112	114	112	113

(長野県蚕試)

集団桑園などの開園で、造成の対象となる土壌は多くの場合山間傾斜地に分布しているため、低地のものに比べて一般に生産が劣る。また、既成桑園の改植にあっても永年の肥料の多投などにより、化学性の劣化しているものが多い。したがって、新改植のいずれを問わず、土壌調査の結果に基いて土壌改良処置を行なう必要がある。とくに、下層土の改良は植付け後では実施が困難であるので造成時に適切な処理を施して土地生産性を高めることが、造成の際の基本的条件となっている。

表-10は腐植質火山灰土の桑園を改植した際に深耕と改良資材(熔りん・石灰)の施用および管理の際に有機物の多投処理を施したものであるが、深耕と改良資材の施効果が高いことを示している。

桑園の管理法

桑園の管理には種々の方法が行なわれているが、基本的には清耕、草生および敷わらの

表-10 改植時の土壌改良効果(造成3年目)

処理	収量	年間合計				備考
		春蚕期	初秋	晩秋	秋期	
対 照	1360	228	591	2179	125	深耕土中堆肥熔りん、深耕
改良 A	1834	171	722	2727	125	ベント・ ¹ / ₂ コマルチ稲から ¹ / ₂ スキ込
" B	1729	155	645	2529	116	会上ベント無施用
" C	1624	256	614	2494	114	熔りん、深耕土中堆肥

三つに大別される。これらの農家における実施状況をみると清耕法が桑園管理の主体で全桑園面積の約80%を占めている。草生法は全般に少なく僅か数パーセントに過ぎず、地域別では東北、東海、九州などで比較的普及率が高い。敷わら法は%の普及率を示し、草生法に比べて遙かに多い。地域別では関東々山および西日本に多く、とくに東海、中国で20%前後の高い普及率を示している。

つぎに、これら管理法と桑収量との関係について述べる。表-11は9県の地方蚕試が6カ年にわたって実施した管理法に関する指定試験の成績である。この結果にみられるように、敷わら法は桑収量を増加し、とくに傾斜地(埼玉)や砂丘土(鳥取)などでは地力維持に著効のあることが理解される。

一般に敷わらは確実に生産力を高める方法で、その効果は多くの試験例で示されている。その効果を要約すれば

表-11 桑園の土壌管理法と収穫量の比較

県名	地形・地質	桑収量(試験実施期間の年平均)							
		実 数				指 数			
		標準草	生敷ワラ	標準草	生敷ワラ	標準草	生敷ワラ	標準草	生敷ワラ
1 福 島	平坦地	火山灰土	879	729	910	100	94	103	
2 新 潟	平坦	洪積土	2,759	2,489	2,968	100	90	108	
3 群 馬	平坦	洪積土	1,753	1,496	1,525	100	85	87	
4 埼 玉	傾斜地	古生層	1,523	1,520	2,310	100	97	132	
5 山 梨	傾斜地	洪積層	2,241	2,173	2,310	100	97	103	
6 " "	平坦	沖積層	1,345	1,367	1,564	100	102	116	
7 岐 阜	平坦	洪積層	1,738	1,753	1,861	100	101	107	
8 鳥 取	平坦	沖積層	1,669	1,403	2,042	100	84	122	
9 愛 媛	平坦	沖積層	2,059	1,798	2,028	100	87	89	
10 熊 本	平坦	火山灰土	1,250	1,008	1,386	100	87	111	

(桑園の土壌管理に関する試験) 桑園改良指定試験

ばつぎの通りである。

1. 土壤水分に及ぼす影響

土壤面の水分蒸発を防止する。また、土壤構造の改善により水分保持力が増大するとともにマルチ材料そのものも水分保持に役立つ。

2. 地温に及ぼす影響

敷わらは地温にも、他の管理と異った影響を与える。即ち、清耕に比べて地温の最高温度が年間を通じて低く、地温の変化も緩やかであり、とくに夏季の高温時期に清耕では地温が上昇し、根の伸長や差分の吸収を阻害する場合、マルチ法では地温の上昇を抑制して、桑の生育に好適な条件を与える。このような地温の抑制効果は草生にもあてはまる。

したがって、夏季に高温な暖地では地温の抑制効果が大きく、桑に与える影響も大きい。

逆に、春先に気温の低い寒冷地では桑の生育が害される恐れがある。

4. 土壤の理化学性に与える影響

土壤中の有効態カリが増加する。また、窒素は桑の栄養源となるが、有機物の質と量によって、窒素飢餓の原因となる。このほか、硝化力を高めるなどの効用もある。

一般に桑の収穫量と根系の分布とは密接な関係があつて、生産力の高い桑園では根系の発達が良好である。敷わらの場合には、根の総量や細根量が清耕や草生に比べて多く、静岡県蚕試の行なつた早魃地桑園での試験では総根量および細根量ともに清耕のほぼ倍であるとの結果を得ている。しかし、根の分布は表層に集中し、ときに根が地表面上にでて被覆層に入ることもある。

敷わらでは、3、4年に1回隔畦にロータリーにより耕耘を行ない土壤を膨軟にする。この場合適度の断根は細根の発達を促すが、これを過度に行なうと収量減となつて逆効果となる。

敷わらは既に触れたように瘦薄地や早魃地あるいは傾斜地で、その効果が大きい。

しかし、反面に有機質資材の確保に難点がある。

草生法は表にみられる如く、清耕に比べて劣る例が多いが、この原因は主として養水分の競争に拠るものであつて、草生えの施肥、刈取時期の配慮によってこれを回避することができる。現在では傾斜地などでは地力保全効果と相俟つてその効果が大きいため桑園管理法の主体をなしている。

唯、関東以南の低暖地では畦間を広くしない限り、周年草生は困難であるので、各季間のみ被覆し、中耕するのが望ましい。

桑園の土壤改良

表12 不良桑園土壤とその分布割合

不良桑園土壤	分布割合	生産力制限要因	同左参考
強酸性土壤	18%	置換酸度(y_1)6以上	pH(H_2O)5以下は表土7%、下層土9%
りん酸欠乏土	22	有効りん酸(N/5HCl)0.01%以下	りん酸吸収係数2000以上20%
浅耕土	9	有効土層50mm以下	75cm以下30%
表土が薄い	9	表土15cm以下	15~30cmまで33%
表土砂れき土 下層砂れき土	7 20	砂、れき土	
重粘土	26		
盤層	6	30cmまでに盤層のあるもの	30cm以下にあるもの15%
過湿地	10	過湿の害の出易い土壤	
干ばつ地	21	粗粒質、重粘土質土壤降水量の少ない地帯で干ばつ発生	
受食性土	25	土壤侵食をみとめた土壤	

桑園土壤を改良する場合には、開拓地あるいは既耕地に新植する場合と、既成桑園を対象に改植する場合がある。表一12は全国に分布し、何等かの桑生育の阻害要因をもつ、所謂不良桑園土壤を示したもので、土壤改良を要する土壤である。

また、新に開闢する場合には、地味瘦薄なところが多く、土壤の化学性や物理性が不良で、微生物フロラにも片寄がある。

したがって、これら土壤のもつ阻害要因を除去し地力を培養するための根本的な改良対策が必要である。

むすび

以上桑園土壤の一般的特徴についてその概略を述べたが、土壤の化学性と桑生育との関係については過去に数多くの検討が行なわれているが、物理性についての研究は少ない。最近、その重要性が強調され、名場所で検討されつつあるが、なお、未解決の問題も多く、今後の研究が期待されている。

とくに、現在、養蚕業の転換期にあつて要求される場所は、養蚕農家の経営安定と自由化に対処しうる生産構造の改善である。

養蚕業の近代化は省力と経営規模拡大の方向で急速に進められ、除々にその効果が認められつつあるが、これらの基調をなすものは限られた桑園から安く、かつ多くの桑を生産する技術の開発である。

このためには蚕のエサである桑の生産基盤である土壤を改良して生産量を高めることが前提となる。この意味で土壤肥料分野での期待は規めて大きい。