

みかん園の造成について

竹 中 肇*

1. みかん園増加の趨勢

戦後のみかん栽培面積の伸びは誠に目覚ましいものがあり、生産量も年々増大してきた。たとえば農林省が昭和37年に公表した長期見通しによると、昭和46年の栽培面積は137,300ha、生産量2,190,000ton、供給率74%と予想されているが、その後の増植は予想をはるかにこえるものがあり、早くも昭和39年には、当初の見通しを修正し栽培面積163,000ha、生産量2,420,000ton、供給率91%と試算している。この量は、昭和39年の生産量1,200,000tonの2倍に相当するものである。

しかしこの見通しもまた実際の伸びのすさまじさを見過ぎていたことは明らかであり、昭和45年には生産量は2,500,000tonを越えるものと予測されているのが実情である。

このような増加の理由として、一つには、みかんが、その商品としての性質上、保存や輸送が比較的簡便であり、しかも食味の上からもりんご等と比べれば、簡単にしかも大量に食べ易い親しきをもっていることなどから、生産者の手取価格が比較的安定して高かったことが指摘されよう。

しかし開園技術上の問題として考えると、昭和30年以降の機械開こんが、このような栽培面積増大に大きい役割を果たしたことは明らかな事実である。

このような増大の内容を地形的に見ると、そのうち75%以上が15°以上の傾斜地となっている。畑地全体で見れば8%以上の面積は37%に過ぎないから、みかん園の開園は、傾斜地において機械力を導入した造成と管理技術が主体となると言っても過言ではない。すでに水田の転換畑の問題などは丹原氏によって本誌でも論じられている¹⁾ことであるので、本稿では傾斜地における問題に絞って論議を進めて行きたい。

2. 機械開こんの意義と特徴

1. 使用機種

造成に使用される土工機械のうち主体となるのは汎用

性ですぐれたブルドーザである。ブルドーザは1915年にアメリカで製作されたのが最初で、太平洋戦争では、これが盛んに飛行場建設などに使われ、機械力の優越性をはっきりと印象づけた。昭和25年ごろからは本格的な国産製品が製作されるようになり、性能も次第に向上して現在は海外にも輸出されるまでに成長してきた。

開園にブルドーザを使用した例としては昭和26年ごろから愛知県下等で地盤造成と称して、傾斜地での切土、盛土作業やしわよせ作業などに使い始めるようになった例までさかのぼる¹⁵⁾。みかん園については昭和30年静岡県下浜松市都田町で機械開こんが実施されたのが最初である。現在、機械開こんでは20—25 tonの大型機械よりも10—15 tonのD7、D6級が、扱い土量や移動の関係で有利な場合が多く、主体となっている¹⁰⁾¹¹⁾。このほか地形、土壌等の条件によっては、レーキドーザ、リッパーなどが深耕のために使われたり、植穴作りの作業などにバックホーなども使われることがある¹²⁾。

2. 機械開こんの利点

まず利点としてあげられるのは、イ、短期間に開園を完了できることである。抜根基盤の整地、深耕などの作業は、平地で10a当り3—4時間ですむ場合が多い。著者らが調べた27—33°付近の急傾斜石礫地帯(小笠山)の調査例では基盤造成のための時間当り土工量は115—164m³に達した。これまでの人力開こんであれば農家は開こんのための多大の労力を奪われ、営農作業に十分な力をそぐことができなかったことを思えば大きい福音と言えよう。ロ、100cm程度までの深耕が容易にできることであり土壌改良資材などの投与と相まって早急な地力向上が期待できる。すなわち人力ではせいぜい30cmぐらいまでの深耕に止まる場合が多いが、深層まで土壌の物理性が改善されて根が十分に伸長する。また、開こんと同時に搬入路を作り、大量の資材を搬入することが可能である。例えば四国農試土地利用部が指針としてあげている10a当りの粗大有機物投入量は6.4 ton、燐586kg、炭カル474kgなどであり、このような大量の資材の搬入と土層中への混入は機械力によらねば不可能に近い。ハ、営農機械の作業効率が向上する。すなわち、開こんと同時に農道、耕作道を整備しうるので、大幅な労力節

* 東大農学部 1970. 2. 15 受理

減が可能である。みかんの直接生産費のうち約1/3が労力費で占められるが、傾斜地ではこの比率が増大する。一方みかんの手取り価格は低下の傾向にあり、しかも昭和25年に41%を示した農業就業人口比率が40年には20%にまで低下して、48年には12%と予想されることから明らかなように年々労賃は上昇しており、営農機械の導入は必然的な方向である。

3. 機械開こんの欠点

欠点としてはイ、大面積が短期間に造成されるため、どうしても大規模な土壌侵食、崩壊の危険が付きまとうことであり、ロ、傾斜地で15°以上も配勾があれば表土扱い作業が事実上、実施できず、心土が露出して、地力を低下させることなどがあげられよう。

4. 機械施工上の特徴

純然たる土木建設工事にくらべるとイ、単位面積当りの扱い土量は、0.1—0.3m²の場合が多く、比較的少ないと言えよう。ロ、工期の点からみると、期間が比較的短かく、広い面積が同時施工となり、仮設の種類が多く、段取りが複雑でロスタイムが大きくなる傾向が強い。

ハ、工事の仕様から考えると、施工が広い面積にわたって実施されるため、基礎的な調査がどうしても不備な傾向が強く、複雑な地形、土壌等の条件の中から同一規格の仕上り面を作り上げる困難さがある、画一的な工事仕様書のみでは処理できない場合が多い¹⁶⁾。したがって仕様書以外に具体的に施工を実施する手順を十分練り上げておかなければならない。福岡は農地災害の防止、

表一 施 工 手 順

	I	II	III
圃 場 全 域 (準 備 段 階)	1. 予備施工 予備測量 予備設計 伐開刈払	8. 圃場概形造成 9. 深耕 ブルドーザ深耕 土壌改良 資材	備 16. 農道・側溝 の仕上げと 保全
	2. 地形測量	10. 耕作道の概形造成	17. 各所修正工
	3. 計画設計と圃場区画の設定	11. 整地・除石 ・雑物運搬	18. 防風林・防風垣
	4. 治水工事	12. 承・排水路 ・暗渠 排水・承水路 排水路 暗渠・排水	19. 出来高測量 20. 果樹定植作業
	5. 幹・支線農道概形造成 幹線農道 支線農道 農道側溝	13. 畑面保全	
	6. 作業舎	14. のり面保全	
	7. 宿根草殺草	15. 果樹定植準備	

栽培管理上の合目的性を考慮した施工手順として表一のようなものを示している。

圃場造成のうち、重要な作業として抜根作業があげられる。条件が悪ければ所要経費のうち65%が抜、排根に費やされた例や¹⁷⁾、抜排根費用が開こん工事費全体の9割にも達する極端な事例も¹⁸⁾みられる。直径30—45cm以上の木であれば、ブルドーザやレーキドーザをそのまま無理に使うことは避けて、火薬使用を併行させると却って能率を向上させることができる¹⁹⁾。

3. 造園形態と園地内部諸施設

造成工法は、農地災害を防止し、しかも作物栽培や営農上の有利性とが融和したものでなければならない。したがって造園形態の選定や、内部諸施設の配置は種々の条件を勘案し慎重に決定しなければならない。定植後の手直しは困難であるから、造成計画には失敗が許されない厳しさがある。

1. 造園形態

福岡はカンキツ植栽の土地利用の面から、傾斜地における造園形態を、水平階段畑、広巾畑面勾配階段畑、斜面畑に分類している²⁾。直接にみかんを植栽する面積割合を示す畑地造成率は斜面畑で最大であり、ついで畑面に造成勾配をもたせ、植栽列を複列以上とした広巾畑面勾配階段畑となる。原傾斜角度が増すほど、階段斜面に潰地を生ずる機会が多い水平階段畑は最も劣ることとなる。

一方、営農上から見ると、畑面での管理作業が円滑に行なわれる形態がのぞましい。階段畑ではのり面崩落防止の上からも、また畑面の独立閉鎖的性格をこれ以上強めないためにも、階段高は2m以内にとどめるべきである。したがって、原傾斜角度が急であればあるほど畑面巾が狭くなる傾向となる。一方みかんの樹冠形成をみると自然形整枝で略4m程度であるから、少なくとも畑面巾は水平階段畑で4m以上、広巾畑面勾配階段畑で8m以上が要求される。

また機械の使用機種として急傾斜面では10ton級の中型のものが使われる機会が多い。機械の施工能率から考えれば、当然ブルドーザの排土板の長さや機体の長さに適合した階段巾にすべきであり、この点からもこの程度の階段巾は必要と考えられる。

このように畑地造成率、畑面巾、階段高、さらには機械の施工能率を総合すると、傾斜地における階段工造成のための造成限界としてほぼ20°が一応の目安となる。(もしこれ以上の急勾配で開園するためには、階段巾が狭くなるから樹冠形成のやり方に工夫が必要となる)一方、斜面畑では、既成園の実例で30°ぐらいまでの開園が可能であるが、斜面における機械施工と保全を考えれば25°程度が一応の目安となる。すなわち、造園形態を総合的に判断すると斜面畑がすぐれており、ついで

広巾畑面勾配斜面畑となり、水平階段畑は今後検討すべき問題が多いようである。

2. 道 路

道路配置とその構造は農地防災上からも、また営農管理上の便宜からも極めて重要である。とくに各圃区を囲う支線農道は、営農基地との連絡や圃区内の管理作業にとって決定的な役割を果す。圃区を囲う等高線方向の一边を如何に決定するかを、承水路の機能から考察してみる。すなわち承水路延長が長くなればなるほど承水路内の流量が増大するので、土水路の浸食防止の立場からは限界長75—100mが限度となる。したがって支線排水路の最長配置間隔としては150—200mが適正ということになり¹⁹⁾、等高線方向の圃区の長さもこの程度以内にえらぶべきであろう。一方、営農作業上からみると、支線農道は密であればあるほど有利であるが、しかし植栽面積がへり、農道の建設、維持費が増大する。山崎はこれらの関係を O. R 手法を用いて計算し、適正支線間隔として150—200mを得ている²⁰⁾。したがって圃区を囲う支線農道のうち、水平方向の長さは防災、営農上から総合して150—200mと決定される。

一方、斜面の上下方向の長さは、防災上からみると、防災林の減風有効距離と関係がある。これまで防風林の有効範囲としては、風上に対しては高さの5倍、風下に対して10倍くらいとされているから、数メートルの樹高を想定すると防風林の間隔は数十メートルを期待しうることとなる。したがって下方から吹き上げる風に対し緩傾斜ではこの程度の防災林の配置をとり、支線農道もこれに沿わせて配置するのがのぞましいこととなる。ただし急斜面ではその効果は減殺されるから、この半分程度の距離として30m程度とするのが安全である。

以上に述べた事実から、造成工事の基本単位となる圃区の大きさは、等高長辺にそって200m、上下方向は地形勾配により60m—30mが考えられることとなる。

これらの支線農道における機械の旋回、走行を容易にするため、かめの甲型に支線農道を配置する提案⁴⁾が行なわれている。

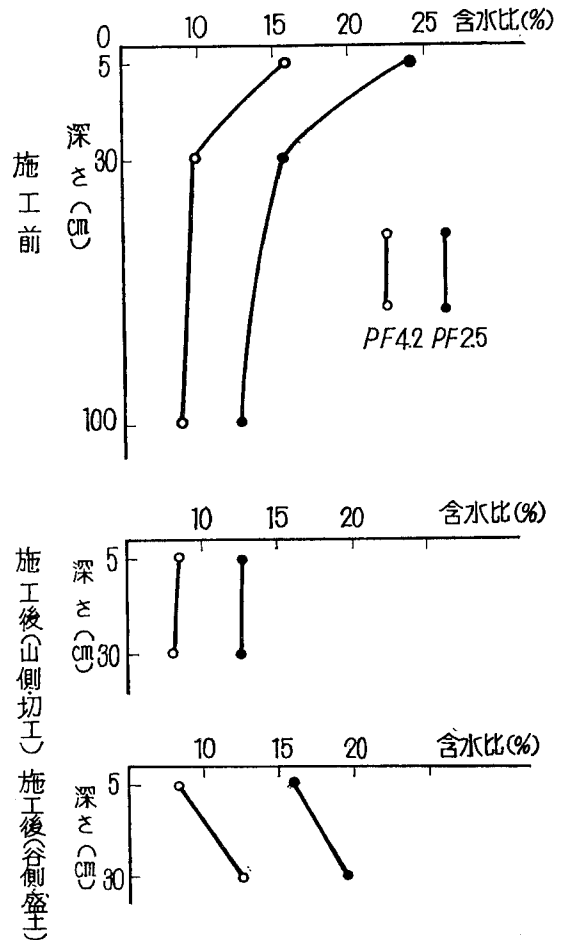
耕作道は樹や畑に対する直接上の管理能率を支配している。階段畑にはどうしても各段ごとに耕作道を設けねばならない。これに反し斜面畑では、資材は上方の支線農道から搬入し、果実は下方の支線農道へ搬出するという形になるので、耕作道の配置や施工が比較的容易になる利点がある。斜面畑の場合の営農上の最適密度は現状の営農機械の能率からみて、樹列2、3列ごとに設けるのがよいと思われる。営農機械の使用を前提にすれば、耕作道の幅は最低2m以上を期待したい。

3. 水 路

承水路は土水路浸食上の安全を考慮するとその限界長は75—100mとなるが、通水を円滑に行なうためには勾配1/50、断面は底幅30cm、深さ30cm程度が望まれる。また浅く広い断面の草生水路（巾員50—100cm、深さ10—20cm）も考えられよう¹⁸⁾。

支線排水路の最長間隔は承水路の長さに規制されるから150—200mとなる。さきに圃区を囲う支線農道の水平方向の長さとして150—200mを示したが、最も経済的な支線排水路の位置は結局、圃区の中央部を流下させるような位置ということとなる。排水路の断面は集水量に応じ、断面を決定するわけであり、一般に10年確率程度の時間降雨で、流出率70%程度が計画の基礎となっているが、圃地の造成方法や土壌の性質から見て、流出率はこれを更に下回る場合も多いので今後の調査、研究が必要と思われる。

このほか営農作業の能率を高め、保全上有効と思われる



図一 ブルドーザによる階段工造成における土の移動 (小笠山)

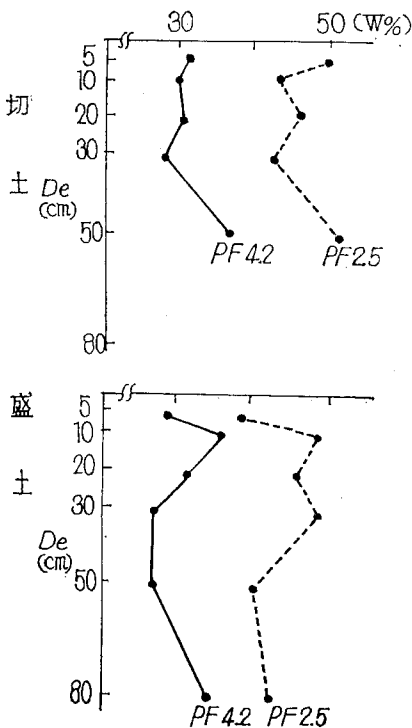
る施設についても、諸条件を考慮して有機的に設置するべきであろう。また最近大規模な畑地カンガイ施設が建設される事例も多くなって来たが、このようなときには、防除、施肥、除塩、防霜など施設の多目的利用を積極的に計画すべきである。ミカン、茶についてはスプリンクラーを利用する防除体系が形をととのえつつあるので²³⁾、これを考慮して、耕作道の配置、植栽方法などは、新たな視点から再検討を加えなければならない。

4. 造成工事より見た土壌物理性の特徴

造成時には土工機械の運行方式によりそれぞれ特徴ある土の移動がおこる。傾斜地では足まわりも悪く一般に表土扱い工法をとりえないので、表土と心土の位置関係は運土方法によって規定されることになる。

たとえば著者らが小笠山の急傾斜地帯で実施した階段工造成調査によると¹⁴⁾、ブルドーザにより削り出された土は、谷側に順次押し出され盛土部となるが、ここでは地山における表土、心土の位置関係が完全に逆転する。

この関係を、土の水分保持特性から追求すると、施工前の地山では表土の水分保持力が大で pF4.2 および pF2.5 の含水比は、深さ 1 m の下層の土にくらべて、はるかに大きく、しかも pF 2.5 から pF 4.2 の範囲に存在する水もまた多い。ここで、施工前の傾斜度が 33° であるため、畑面巾



図一 人力開こんによる土の移動(沼津市西浦) 土部は比較

的地力の大きい表土で構成されるため、水平階段工では植栽に当ってはやや谷よりの盛土部分に入ったところに幼木を植えるのが得策であろう。小笠山の実例で保水力のちがいを pF2.5 から pF4.2 の範囲に分布する水について深さ 30 cm の土層で示すと、盛土部では水深換算 14.4 mm に対し、切土部では 8.6 mm に過ぎなかった。

これに反し人力開こんでは土の移動は、不規則におこるために、機械施工におけるほどの明らかな特徴はなく一定の傾向をつかみがたい。参考のために沼津市西浦で測定した事例をあげておく。(図一 2)

階段畑の造成において見られる土の移動の特徴はまた土工量の算定についても考慮しなければならぬ重要な問題点を示唆する。すなわち土工量の算定において、これまで最も一般的に使われて来た伊丹公式をみると²⁾、単位時間当りの土工量 V は

$$V = \frac{10 \times B \times f \times 60^2 \times F}{16 \times (3D + 20)} : \text{m}^3/\text{hour} \quad \text{--- ①}$$

- ここで B ; 排土板面積 (m^2)
- f ; 土量換算係数
- F ; 現場作業係数
- D ; 土運搬距離 (m)

すなわち D が大きいほど、土の運搬量が低下することが示されている。しかし傾斜地で斜面上を水平方向に土工機械を動かす場合には、この関係は成立しないことが明らかである。たとえば水平階段工で基盤整地のために土を動かす場合や、斜面畑造成で前進表土捲落し工法をとる場合では、土が排土板にたまれば随所に谷側へ押し出せばよい。かえって根石や根株が存在していれば、そのために前進距離は減少し、運土のための時間を空費するから、平地での関係と全く異なる視点で、土工量算定式を作る必要がある。著者らは小笠山や西彼杵半島での調査事例を検討し、傾斜地の土工の平均サイクルタイムはほぼ一定であるという事実をたしかめ、土工量算定のための実用式を次のように導いた²⁷⁾。

$$V = A \times \alpha \times h^2 \times l \times f \quad \text{--- ②}$$

ここで $A ; \pi 60^2 / 4 \left(\frac{1}{\delta} + \frac{1}{\lambda} \right)$

- δ ; 前進速度と前進距離の比率
- λ ; 後退速度と後退距離の比率
- δ, λ は同一機種については、ほぼ一定値をもつことが実験的にたしかめられる
- α ; 地山の硬さと障害物の多少を示す係数、地山が硬いほど、また障害物が多いほど小となる。
- h ; 排土板の高さ (m)
- l ; 排土板の幅 (m)

f ; 土量換算係数²¹⁾

傾斜地でブルドーザを水平方向に動かすとき、根株や大石を除去しようと思えば、必要時間は長くなるが、しかし前進距離を制限されることとなり、結局これらの要因が相殺し合ってサイクルタイムが一定となって、土運搬距離 D を含まない②式が導かれたわけである。式中の α の値についてなお検討を進めなければならないが、関東ロームなどの土工では軟化により α の値が低下する場合もあり、注意を要する。

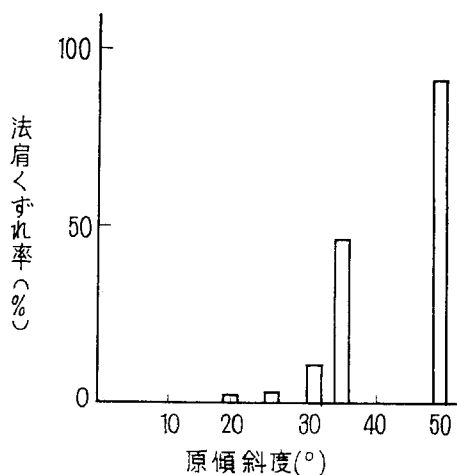
深耕をブルドーザに行なわせるか、それともレーキドーザかりッパー、バックホーなどを行なうかも重要な問題である。

西濃農業センターで行なった事例をみると、レーキドーザによる深耕は時間当たり 5 a であるのに反し、ブルドーザでは、2.5 a にすぎず、前者の方が能率がすぐれ、しかも表土、心土の混合がよく行なわれて土壌改良の目的を達成しやすく、ネザサの処理もでき易かったと報告されている²⁰⁾。しかし石礫が多く固結したカマトコと称される層を含む小笠山では、ブルドーザによるしわ寄せよりも、却ってバックホーの方が能率的であった。一方、石礫が少ない風化した愛媛県下の花崗岩地帯の実例ではリッパーが有効な場合もある。要はそこでの地形、地質、土壌、施工手順、機械の足まわりや稼動状況などを総合的に考慮して使用機種を選定しなければならない。

近年、大規模な地形修正を行なって開園する工法が、九州、四国の各地を中心に行なわれている。この場合は土の移動、攪拌が更に徹底して行なわれる。丹原は愛媛県下の南宇和島の一本松町の洪積山地の開園を調べ、施工前は心土に特徴的に見られた固相優位の緻密な土層が、開園後には、固相容積を減じて水分優位な断面となり、みかんの生育にとり好適な条件が整備されたと報告している²⁰⁾。このような深層までの土の膨軟化は人力施工による開園では到底見ることのできない特徴としてあげられよう。

5. 保全対策について

機械施工では基盤造成工事の進行速度が大きいため、人力施工の比率が大きい土羽工、水路工などの施工速度とバランスがとれず、豪雨時などの大災害をひきおこすことがあるので充分、施工手順をねておくことが必要である。すなわち予備調査の段階で、背後地からの出水や、局所的な湧水が多発するなど災害発生の危険が予知されるようなときには、まずこの部分から着工すべきである。そして、まず地区外よりの出水処理を行ない、危険が多い圃区の工事を完成させてのり面崩壊の防止や排水路の整備を充分行なつてのち、次の圃区の建設



図一 3 原傾斜度とりのり面崩壊の関係(小笠山)

(注) 盛土部のりのり肩の総延長距離に対し、崩れが発生している部分の長さを百分率で表示したものをりのり肩くずれ率とする

工事に当るべきである。一度に大面積の土を動かしてしかも充分な防災施設をもたぬ段階の豪雨は予想外の大災害をもたらす、下流部にも大被害を与えることとなるので避けるべきである。

また、極端な急傾斜地での、開園は厳につつまねばならない。小笠山における調査事例をみると、原傾斜角度 30° 以上となると、急激に法面の崩壊がみられるようになり、50° ではたとえ階段造成を行なったとしても、地力の高い法面は原形を失なって崩れてしまい、有効な植栽面積を更に減少させる結果となっている。このような事例をみても、開園の限度としてはやはり 30° 付近ということがわかる。

地力保全の面からみると平時の継続的な土壌浸食が問題である。土壌管理としては、土留め作物の導入を行なうこと、耕起の方向を等高線にそって行なうことなどが強調されねばならない。土壌管理による流去水量、流去土量の差異の大きさはきわめて顕著なものである⁷⁾。例えば、14°の斜面で行なわれた四国農試の試験結果をみると、上下方向のアゼは、等高方向のアゼに対し流去水量で 19 倍、流去土量では実に 41 倍の大きさとなっている。19°の斜面で行なわれた和歌山果試の試験結果も同様である。また裸地中耕に対し被覆植物を導入した試験区では 1/15、流去水量は流去土量は 1/38 まで減少させることができた。

このほか、気象災害に対する適切な対策も必要である。防風林の設置は、原植生を最大限に利用する方式をとるなどの配慮も大切である。適当な自然植生がない強風地帯では、防風ネットの設置などを検討すべきであり、風による、葉ずれからの生育不良や、ソウカ病、カ

イヨウ病などの多発を防がねばならない。また冷害に対する対策として農道を、植栽面よりやや下げて冷気の通過をよくするなど地形条件によっては考慮しなければならない。

6. む す び

近年の、みかん園開園の推移を振り返り、目覚ましい開園面積の増大が、建設機械の進歩と機械開こんの進歩と呼応していることを述べた。また大部分の開園が傾斜地で行なわれている関係上、これに適した開園方法や保全対策を講じる必要性を強調した。土の物理性からみると、土木機械の運行方式により特徴ある土の移動がおり、農地ができあがるので、これらを充分に考慮した農作業や、栽培体系を考えるべきであろうと思われる。

- 1) 福岡喜弘：傾斜地樹園地造成の施工手順について、研究の資料と記録 No. 15, 53—67, 1966
- 2) 福岡喜弘：傾斜地かんきつ園の造成に関する研究 I 造園形態と造成限界、農土論集 No. 19, 27—42, 1967
- 3) 福岡喜弘：傾斜地かんきつ園の造成に関する研究 II 農道、農土論集 No. 24, 14—24, 1968
- 4) 福岡喜弘、村松久雄、尾崎元扶、十河稔：傾斜地かんきつ園の造成に関する研究, III 耕作道型(かめの甲配置)斜面畑の造成実証、農土論集No. 26, 35—48, 1968
- 5) 伊丹康夫：ブルドーザ土工の設計および施工、技報堂, 1955
- 6) 伊東秀雄、小林文雄：機械施工による階段畑の断面設計について、農土研 28(1), 5—8, 1960
- 7) 科学技術庁資源局：傾斜地農業と土壌保全, 1961
- 8) 片桐勲、竹内覚三：機械による抜根時間と穴葉量の一考察、農土誌 36(2)85—91, 1968
- 9) 紀藤喜男、佐野文彦、上崎哲男：機械抜根に関する研究、農土研 26(2)64—68, 1958
- 10) 前田芳郎、小出剛：機械施工(1)、農土誌, 36(7)44 8—451, 1938
- 11) 前田芳郎、安藤好和、山下昭正：機械施工(6)、農土誌 36(2)813—819, 1969
- 12) 前田芳郎、佐々木宏能：機械施工(7)、農土誌 37(1)30—37, 1969
- 13) 前田芳郎、小出剛：機械施工(8)、農土学会誌, 37(2)109—118, 1969
- 14) 森本孝弘：傾斜地における開削方法と土の移動について、研究の資料と記録 No. 15, 68—71, 1966
- 15) 中田昌卯：機械開こんに関する調査—ブルドーザによる地盤造成について—農土研 25(5)279—283, 1957
- 16) 農地開発機械公社：歩出基準改訂版—農地の造成改良に関する機械施工—, 1966
- 17) 岡本基次：かんきつ栽培用畑地の造成について、農土研, 8(3)295—308, 1936
- 18) 大村宏：機械開こんの歩掛りについて、農土研 26(1)278—284, 1958
- 19) 丹原一寛：水田転換ミカン園土壌の物理性について、土壌の物理性 No. 13, 45—53, 1965
- 20) 丹原一寛：愛媛県における柑橘園土壌の物理的性質に関する研究、愛媛県農試研究報告, No. 9, 1969
- 21) 竹中肇：土工における土の体積変化について、研究の資料と記録 No. 16, 45—49, 1967
- 22) 竹中肇、山崎不二夫、安富六郎、多田敦、兼田公揮：関東ロームにおける土工、農土論集 No. 14, 71—76, 1965
- 23) 竹中肇：スプリンクラーによる病害虫防除について、(I) (II)農土誌投稿中, 1970
- 24) 上崎哲男：農地造成その保全についての提言、農土誌 36(6)416—419, 1968
- 25) 山岡照平：ミカン園新植誌本、静岡県柑橘農業協同組合連合会, 1965
- 26) 山崎不二夫：急傾斜ミカン園の農道間隔について、農土論集, 20 38—44, 1967
- 27) 山崎不二夫、竹中肇、安富六郎、堤聡：ブルドーザによる急傾斜地階段工の土工計算定式、研究の資料と記録 No. 15, 54—57, 1966