

資 料

農用地造成作業と土壌の不均一化

齊 藤 万 之 助*

Soil Disturbance due to Mechanical Operation for Grassland Establishment
 Mannosuke SAITO
 Civil Engineering Research Institute, Hokkaido Development Bureau

1. はじめに

農用地の適正な利用管理の第一歩は、その造成計画と、それに続く造成作業から始まる。つまり、造成法の良否は、利用管理法を左右するといっても過言でない。とくに、集約的管理を目的とする場合の造成では、適地適作業の原則に従った周到な作業が行われなければならない。このため、自然立地に則した合理的な作業体系の確立が望まれている。

農用地造成作業における機械施工上の主な問題は、自然障害物（樹木根、ササ、石礫、埋木など）の処理排除法、均整な地表面造成の可否とその作業法、傾斜地での機械施工法、播種床造成法などに関することである。

これらの問題は、土壌学的観点からは、造成作業に伴う土層の攪乱、表土の移動、地力ムラの問題、播種床造成法と碎土性の問題および土壌改良資材（炭酸カルシウム、ようりん）と土壌の混和—酸性矯正の問題となる。

真に合理的な農用地造成法とは、機械作業の面からのみならず、土壌的にも合理的というものであるなければならない。

しかし、現実の農用地造成作業は、土木的な過程が優先し、地力保全的な志向はそれほどでもないようである。したがって、造成作業の際に生ずる土壌の変化は、注目されながらも、その定量的な把握がほとんどなされていない。

北海道開発局は、関係諸機関の協力のもとに、1972年から「農用地造成改良工法調査」を実施している。この調査の目的は、農用地造成における各種障害物処理法と土壌改良工法を機械および土壌の面から、現地試験で検討し、合理的施工法を追求することである。

この調査では、造成作業は、一部に改良山成工を採用しているが、原則として、山成工に従った。また採草を目的とする牧草畑の造成であるが、これは、普通畑の造成と共通する点が多い。

著者らは、この調査において、土壌部門を担当し、農用地造成作業によって生ずる土壌の変化を追求した。以下はその結果の概説である。詳細は別に発表されている（齊藤ら 1976³⁾）。

2. 試験圃場

試験圃場は、北海道内の代表的な土壌地帯に設定された。

農用地造成作業には、工法のみならず、圃場の自然条

表1 各圃場の自然条件

圃場名	土 壌 (母材)	地 形	植 生	面積 (ha)	試験区 数(同 面積)
雄 武	重粘土 (段丘堆積物)	波状性丘陵地 標高 50~62m 傾斜0~12° 過半5°以下	広葉樹林 立木数1550~ 3800本/ha 樹径5~10cm が過半 林床 クマイ ザサ密生	8.095	9 (0.463 ~ 1.354 ha)
別 海	細粒火山 灰土(新期火 山灰)	波状性丘陵地 標高 20~30m 傾斜 1~10° 1~5° (主体)	広葉樹林 立木+残株 1300~1600 本/ha 樹径の90% 6~30cm 林床 ミヤコ ザサ(被度50 ~70%)他	7.36	9 (9区 0.96ha 他 0.80 ha)
門 別	A 粗粒火山 灰土(新期火 山灰/古期火 山灰)	起伏の激しい丘陵地 標高 81~95m 傾斜 4~20°	広葉樹林 立木数 3100本/ha 樹令 3~5年 林床, ミヤコ ザサ, 他 (被度90%)	1.82	2 (各区 0.91 ha)
	B 粗粒火山 灰土(新期火 山灰/段丘堆積物)	波状性丘陵地 標高 135~168m 傾斜 3~6° 一方に傾斜	カラマツ(人工林) 立木数 1920本/ha 樹径 19.8cm 林床植生 ほとんどなし	3.64	4 (各区 0.91 ha)

* 北海道開発局土木試験所

件(地形, 土壤, 植生, 気象)が大きく影響する。各圃場の地形, 土壤, 植生の状況は, 表1のようである。また, 各圃場の代表的な土壤断面の性状は, 図1に示される。

雄武圃場では, 二種の土壤, 酸性褐色森林土と湿性な疑似グライ土が出現し, 後者の分布面積は圃場の2割弱である。この圃場では有価木が少なく, ほとんど立木のまま試験された。

別海圃場は, 試験の8年前に有価木は伐採されているため, 株状のものが多かった。

門別圃場は, A B 両圃場に分かれ, 土壤は表層からII C層までは, 粗砂(軽石)が70%以上を占める砂土である。

これらの圃場において, 未耕地土壤のA1層厚, 表層0~15cmのpHおよび腐植含量の分布状態を, 系統サンプリングにより調査し, 造成作業による土壤の変化を追跡するための基礎資料とした。それによると, 土壤区を母集団とした場合, これらの成分は, 正規分布し, 変動係数は, pHで5%以下, 腐植およびA1層厚で15~30%の範囲に落着いた。

3. 試験区の設定

この調査における障害物処理作業は, 主に抜排根作業である。

現行のレーキドーザによる抜排根法(以後, これを慣行法と呼ぶ)では, 圃場周辺に障害物を排除集積し, いわゆる排根線を設けている。排根線は圃場の効率の利用や管理作業に支障をきたすことが多い。また, 抜排根作業による多量の表土移動は地力保全上好ましいことでない。そこで, 排根線の軽量化, 消滅をねらいとした障害物処理法が, 慣行法を対照として比較検討された。

播種床造成作業は, 耕起砕土の状態, 土壤改良資材と土壤の混和の程度(酸性矯正, これについては, ここでは触れない)を検討すべく, 四基本型が用いられた。

障害物処理法および播種床造成法は, 基本的には, 表2のように分類される。これらの工法の組合せにより, 表1のような面積をもつ試験区が設定された。

土砂分離法は, 抜根土砂分離することにより, 排根線の軽量化をはかろうとするものである。さらに, 埋積法あるいは焼却法と組合せることにより, 排根線の消滅を目的とする。

切断, 引抜法(赤沢ら, 1967¹⁾)はクリアリングブ

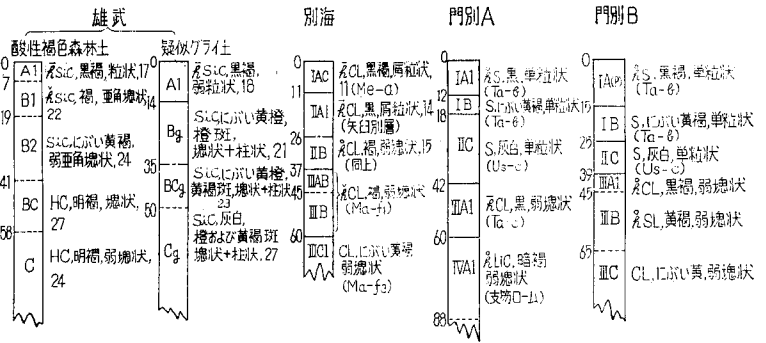


図1 各圃場の代表的な土壤断面柱状図 (記載は, 土性, 土色, 構造, 硬度の順, ()内は火山灰名)

ードを利用した伐開法で, 草地の簡易造成法として能率的で表土移動の減少, 排根線の軽減などの利点があるといわれる。

切削・粉砕法(土田ら, 1974⁵⁾)はスタンプチップで根株を粉砕する方法で, 表土移動はほとんどなく, 排根線はきわめて軽量となる。

なお, 慣行法の改変法として, チルト(tilt)抜根区(雄武), レーキドーザ(抜根)-クリアリングレーキ(排根)区(門別)も設定された。

播種床造成法では, ボグハロー法についてのみ触れておく。ボグハローは, 本来ササ地などroot matの厚い地帯で用いられ, root matに切れ目を入れ, 後作業をしやすくすることを目的としているが, この調査では, これ自体でどの程度の砕土性および耕起深が得られるかを検討している。

砕土作業は原則として, 3回掛である。

別海圃場の場合を例にとり, 作業工程図を図2に示す。

図2から明らかなように, この圃場では, 抜根後不陸均しを行った区がある。大型ブレードによる1, 2, 4区は改良山成工的作業を, 小型ブレードによる5, 7区は抜根穴とその周辺の凹凸は正を目的としている。

表2 用いた障害物処理法および播種床造成法の基本的分類

障害物処理法	播種床造成法
慣行法	ブラウニング法
土砂分離法(+埋積法あるいは焼却法)	重ロータリ法
切断・引抜法	重デスク法
切削・粉砕法	プッシュアンドボグハロー*法

* 以後, ボグハローと記す

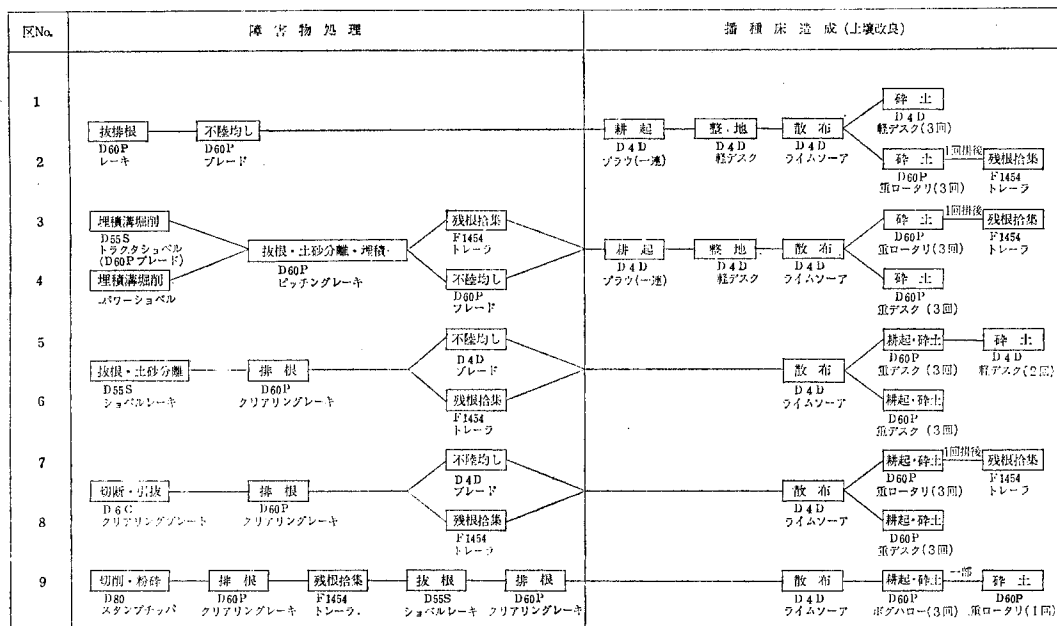


図2 別海圃場の作業工程図

4. 障害物処理作業による表土移動

雄武圃場では、未耕地土壌の障害物処理前後の腐植含量(5参照)の差から、表土移動量を推定した。別海、門別圃場では、埋没層の存在を利用して、図3のように抜排根前後の(IA1+II C)層厚の差から表土移動を推定した。門別圃場では、腐植に乏しいII C層の存在が表土攪拌量の測定も可能にした。つまり、図3のように抜排根後の典型的な土壌断面は(IA1とII Cの混合層)/II C/III A1……という層層を示す。この混合層の存在により、抜排根作業によって、表土が攪拌、混合されたことが判る。この量を表土攪拌量と呼ぶ。

別海圃場では、同様に(IA C+II A1)層厚をもとに、表土移動量を推定したが、IA CとII A1層の腐植

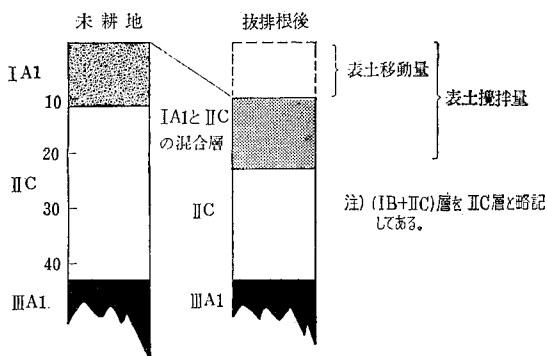


図3 抜排根による表土の攪拌および移動(門別A, 模式図)

含量がそれほど変わらないため、表土攪拌量は測定できなかった。

別海圃場で得られた結果を示せば、図4のようになる。

切削・粉砕法(9区)では、まったく表土移動は生じなかったが、慣行法、土砂分離法、切断・引抜法では、

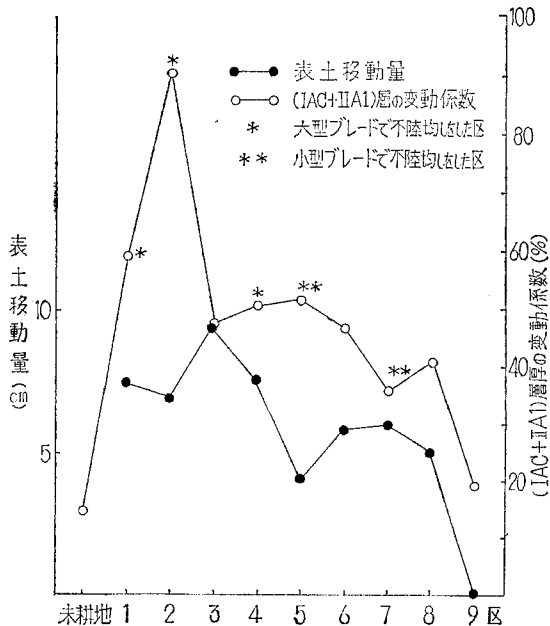


図4 区別平均表土移動量および(IAC+IIA1)層厚の変動係数(別海圃場)

一定の傾向がなく、表土移動は平均 6.6cmであった。作業機の運行による土層の圧縮約 2 cmを考慮すると、表土移動量は約 5 cmとなった。

雄武圃場では、ほとんど表土移動のないチルト抜根区を除き、区平均で 3~7 cm、それらを平均すると、5.1cmの表土移動となり、別海圃場と類似の結果が得られた。

図 4 から、障害物処理後の層厚の (I A C + II A 1) の変動係数は、9 区を除き、未耕地土壌よりはるかに大きくなり、土層が不均一化していることが明らかである。地形条件も関与するが、不陸均しをすると、さらに変動係数が大きくなる傾向を示す。

ところが、門別圃場では、慣行法では、平均 17.1~12.7cmの移動量となり、レーキドーザ(抜根)一フォークバケット(土砂分離排根)区、切削・粉碎法によった区とも 3 cm程度の平均移動量を示し、工法によって明瞭な差が生じた。また、いずれの区とも、平均表土攪拌量は 20cm以上となった。

抜根作業による土層の攪乱は、抜根作業に始まる。この作業は根株を対象とした点の作業であるから、その程度は、根株本数と樹径に主に支配されると考えられる。

抜根の際、レーキ類、ブレードでは、根株を中心に表土のはく離、攪乱が生じる。抜根によって土層の攪乱が生じた面積は、雄武圃場では、20%に満たないが、門別 B圃場のように、1.8m間隔にカラマツの根株があると、全面的な土層の攪乱が生じる。

抜根に引続く排根作業は、抜根された根株、稚樹、伐採枝条、ササ、雑草などを運搬、集積するとともに、抜根によって生じた凹凸の修正も意識的あるいは必然的に行う。その際、根株やはく離された root mat に付着した土壌もそれらとともに排除される。かくして排根作業は面の作業であるから、必然的に表土移動を伴う。土崎(1975⁴⁾)によれば、根株へ付着した土壌はかなり多量である。

土砂分離自体は、効果的であると観察されたにもかかわらず、雄武、別海両圃場では、表土移動量は、慣行法と一定の差異が認められなかった。土砂分離・埋積法では、排根線は消去されるが、表土移動は慣行法と変わらない。この両圃場では、排根作業によって、ササの地下茎を中心とした root mat がはく離、運搬されるため、根株に付着した土壌を振り落とすだけでは、表土移動はあまり減少しないのである。

これに対し、門別圃場では、抜根後土砂分離排根した場合、表土移動はごく少量であっ

た。これは粗粒質な土壌であることも関係しようが、root mat の不在が大きいと思われた。B圃場での慣行法では、カラマツの大きな根系のため、あたかもレベラーをかけているようで、土壌の押し出しが多くなり、表土移動が多くなった(約 12cm)。A圃場では、レーキドーザによって抜根同時作業がなされ、root mat はロール状に巻込まれ、排根線に運ばれた。このため、表土はほとんどなくなり、平均表土移動量は 17.2cmであった。

このように、抜根から排根作業を経ることにより、土層の攪乱、表土の排除が進む。

表土移動量を重量で表現すれば、その量がいかに莫大であるかよく認識できる。表土移動 5 cmとした場合、重粘土で 340ton/ha、細粒火山灰土で 260ton/ha、粗粒火山灰土で表土移動 17cmの場合 1930ton/ha、3 cmの場合 340ton/ha と計算される。

5. 腐植含量の推移

障害物処理による表土移動は、腐植の減少をもたらす。雄武圃場の結果は、図 5 のようである。

障害物処理による酸性褐色森林土での区別平均腐植含量は、2区(チルト抜根区)が7区を除く全区と有意差があった。これに対し、土砂分離法(3~6区)、切断・引技法(7~9区)は慣行区(1区)と、4区を除き有意差はない。つまり、慣行法に比べ、土砂分離法、切断・引技法いずれの障害物処理法も優れていると結論づけることができなかった。

全平均値で見ると、酸性褐色森林土、疑似グライ土は、障害物処理により、それぞれ腐植含量が 2.0、6.4%減少し、さらに碎土三回掛で 0.9、0.6%減少した。

疑似グライ土は湿性な土壌で、腐植にすこぶる富む A1

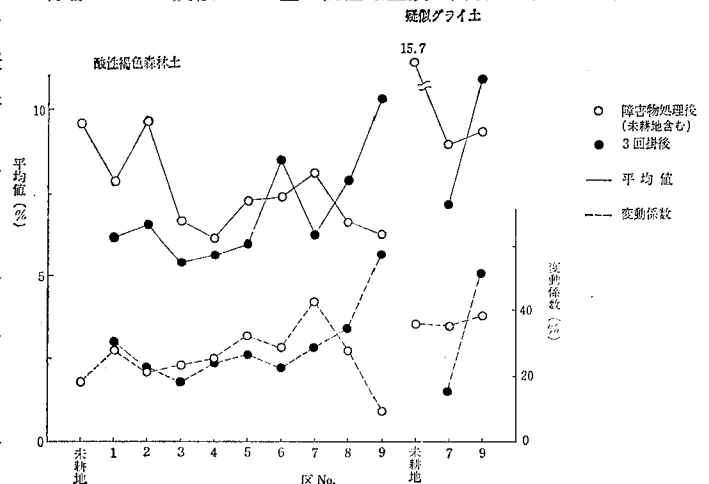


図 5 障害物処理および 3 回掛による腐植含量の区別平均値および変動係数ご推移

層と Bg 層とでは腐植含量が大きく異なり、層界も判然としているという土壌の特性から、腐植含量は大幅に減少した。

障害物処理後と碎土三回掛後の平均値に有意差があったのは、1～3区で、これらの区は、ブラウイング法によって反転耕起している点で共通している。

変動係数は、障害物処理で増大し、碎土3回掛で減少する傾向を示した。これは、別海、門別圃場でも認められた。つまり、播種床造成作業は、障害物処理による土層の不均一化を是正するように作用する。

6. 作業機種、土壌条件と碎土性、耕土深分布

耕起碎土の作業精度は、土壌学的にみれば、碎土性、平均度、耕土深の均一性に求められよう。

雄武圃場の7～9区で土壌分析した結果を図6に示す。これらの区は、切断・引技法で障害物処理をし、重ロータリ(7区)、重デスク(8区)およびボグハロー(9区)で耕起碎土した。7、9区は先述の二種類の土壌が出現する。

作業機種、障害物処理後のA1層の有無(root matの存在、ひろくは表面被覆物の存在もそうである)、土壌条件によって明らかに差が認められる。

重ロータリは碎土性良好で、重デスクがこれにつき、ボグハローは、碎土性は不良である。ボグハローでは、

碎土されても碎土されない場合が多く、そのため、碎土を3回掛もすると、地表面の凹凸が激しくなった。

A1層があると、root mat が碎土に強い抵抗を示すが、重ロータリでは、2回掛で root mat のない場合と同様の平均土塊径を示し、root mat 粉碎がきわめて良好である。

疑似グライ土は酸性褐色森林土より碎土性が悪い。これには土壌構造や碎土時の水分が関係する。碎土時の水分は、疑似グライ土で塑性領域内、酸性褐色森林土は塑性限界以下であった。

土塊の粒径分布には、久津那ら(1975²⁾)が指摘しているように、ROSIN-RAMMLER 式を適用できることが判った。このことは碎土性の予測、ひいては土壌と土壌改良資材の混和一酸性矯正の予測の可能性を示すものである。

耕土深の分布は、障害物処理法、播種床造成法による差はあまり明瞭でなく、次表のような結論が導びける。また、精度よく耕起碎土された場合の耕土深の変動係数は

表3 処理回数に伴う耕土深の平均値、変動係数の推移

	重粘土	細粒火山灰土	粗粒火山灰土
平均値	増大	ほぼ一定	ほぼ一定
変動係数	減少	減少	ほぼ一定

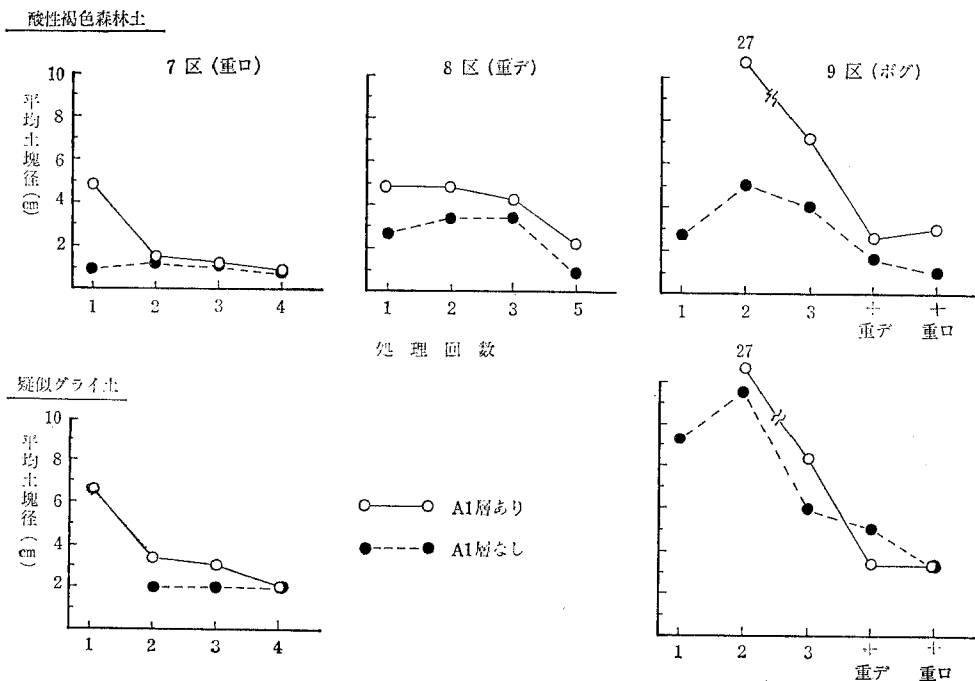


図6 雄武圃場の土壌分析結果

10%前後に落着いた。

7. あとがき

以上、農用地造成作業による土壌の不均一化の様相を概説した。

農用地造成作業を経ることにより、土壌は劇的ともいえる変化を受けることが明らかである。とくに、山成工の場合、抜排根作業による土層の攪乱、表土移動—土層の不均一化は宿命的な問題である。そして、この不均一化は工法、自然条件（この調査では、地形の影響は認めがたかった）によって様相を異にする。そこで、適地、適作業の原則の確立が望まれるのである。

もちろん、農用地造成作業は、作物生育という観点からのみでなく、営農いう巨視的観点からの位置づけが必要である。今後に残された大きな課題である。

〔謝辞〕 この報告は、先述の調査に従事された諸機関の方々の協力によって、できあがったものである。また北海道開発局土木試験所赤沢 伝室長には、校閲を頂いた。記して、謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 赤沢 伝・山口吉五郎・大山敏明 (1967) クリアリングブレードを利用した放牧草地の造成について 第1報 重粘地における造成法, 北海道開発局技研論集, 11, 662~70
- 2) 久津那浩三・新村善男 (1975) 耕耘碎土に関する研究 (第3報) 碎土土塊の粒径分布について, 土肥誌, 46, 447~52
- 3) 齊藤万之助・吉田 亨・赤沢 伝・沖田良隆・穴戸信貞 (1976) 農用地造成に伴う土壌の理化学性の変化 (第1報) 障害物処理ならびに播種床造成作業による土壌の不均一化 土試報 65, 1~68
- 4) 土崎哲男 (1975) レーキドーザによる抜根と排根に関する実験的研究 秋田農短大 1, 1~145
- 5) 土田友栄・松原真佐美 (1974) 木根処理機の試作改良試験結果 北海道開発局技研論集 17, 715~20