

委託試験成績（令和３年度）

担当機関名 部・室名	広島県立総合技術研究所農業技術センター 生産環境研究部
実施期間	令和３年度～４年度、新規
大課題名	Ⅱ-2 高品質・高付加価値の農産物の生産・供給技術の確立
課題名	粘質水田転換圃場におけるレタス安定生産のためのアップー整形ロータリと もみ殻施用による土壌物理性改善技術の開発
目 的	<p>水田転換圃場の土壌は粘質であるため、不十分な耕うんによる大きな土塊、排水不良による湿害の発生、大型機械での長年の耕作による圧密層、浅い有効土層などが多くみられる。このため、広島県では苗の活着率の低下や生育不良による低収量が園芸作物への転換の大きな障害になっている。一方、広島県は、令和３年度よりレタス栽培の振興を計画しており、水田転換圃場での安定生産技術の開発が強く求められている。</p> <p>この対策として、砕土性に優れ、有効土層を厚くし、さらに畝内に土塊の層を形成することで排水性向上効果があるアップー整形ロータリ(以下、アップー耕)の活用が有効と考えられる。さらに、平成 29 年に貴協会からの受託研究により当センターで開発したもみ殻一括大量施用 (45 m³/10a) は粘質水田転換圃場での透水性が改善し、キャベツ増収に有効であった。このためこれらを組み合わせることにより、さらなる効果が期待できる。しかし、慣行のロータリ耕により、大量のもみ殻を土壌へ均一に混和するには、時間をかけて丁寧に耕うん作業をする必要があり、作業性の向上が求められている。</p> <p>そこで、本試験ではアップー耕による砕土性、排水性、もみ殻の施用量および鋤込性を検討し、レタス苗の活着率、生育収量に及ぼす影響を明らかにする。1 年目は、アップー耕の施工回数とレタスの生育収量、もみ殻量および施工回数が土壌物理性へ及ぼす影響について検討を行う。2 年目はアップー耕によるもみ殻の施用量とレタスの生育収量の関係からもみ殻少量化の可能性を明らかにする。</p>
担当者名	副部長・原田 美穂子、研究員・奥村裕紀子
<p>1. 試験場所</p> <p>1) 広島県立総合技術研究所農業技術センター内水田転換圃場（東広島市八本松町原）</p> <p>2) 同上水田圃場</p> <p>2. 試験方法</p> <p>1) アップー耕施工回数がレタスの生育収量に及ぼす影響</p> <p>アップー耕の施工回数が砕土性等土壌物理性およびレタスの生育収量に及ぼす影響を検討した。</p> <p>(1) 供試機械名</p> <p>アップーロータリ；APU171H(松山株式会社)</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件</p> <p>土壌分類：細粒質グライ化灰色低地土、粘質</p> <p>圃場準備：トラクター走行により鎮圧し、処理前に全処理区慣行ロータリで表土を砕土し、圃場条件を揃えた。</p> <p>イ. 栽培等の概要</p> <p>品種名 レタス（‘サウザー’タキイ種苗株式会社）</p> <p>砕土・整地 4 月 1～2 日に処理区はアップーロータリで、対照区は慣行ロータリにより砕土および整地を行い試験処理とした。定植までシートで被覆した。</p> <p>施肥 成分量(kg/10a) N:P₂O₅:K₂O=15:7.5:30 とし、それぞれ硫酸アンモニウム（N:21%）、過リン酸石灰（P₂O₅:17.5%）、硫酸カリ（K₂O:50%）で施用した。</p> <p>播種・定植 3 月 24 日に播種、セル育苗後、4 月 20 日に定植した。栽植密度は、8163 株/10a、畝幅 100cm、条間 35cm、株間 35cm、1 畝 3 条千鳥植え）とした。</p> <p>かん水 定植後かん水チューブにより、5 月上旬まで 1 回あたり 3 mmを目安に 4 回かん水を実</p>	

施した。

除草 定植前に薬剤を土壌表面処理し、栽培期間中は随時手除草を行った。

病虫害防除 播種時に殺虫剤の土壌処理、栽培期間中は、病虫害の発生に応じて登録農薬を適時散布した。

収穫 6月15日

(3) 試験内容

①処理区の構成

アッパー1区：アッパー耕1回

アッパー2区：アッパー耕2回

対照区：慣行ロータリ耕1回

各処理区内に1m×4mの調査区を設け、3反復/区として調査した。

②調査内容

土壌物理性：砕土率、三相分布、飽和透水係数、ち密度（土壌硬度）、仮比重、

易効性有効水分量、作土深、体積含水率

土壌化学性：pH、EC、CEC、無機態窒素、交換性塩基類、可給態リン酸、C/N比

レタス：苗の活着率、収穫時の形質（全重、調製重）

2) もみ殻施用量とアッパー耕の回数がもみすき込み性および土壌物理性に及ぼす影響

もみ殻施用量がアッパー整形ロータリの砕土性等土壌物理性およびもみすき込み性に及ぼす影響を検討した。

(1) 供試機械名

アッパーロータリ；APU171H（松山株式会社）

(2) 試験条件

圃場条件：土壌分類；細粒質グライ化灰色低地土、粘質

(3) 試験内容

①処理区の構成

因子	水準（量および回数）
もみ殻施用量	45m ³ /10a、30m ³ /10a、15m ³ /10a
アッパー耕回数	1、2回

圃場に5m×10mの区画を設け、設定量のもみ殻を均一になるよう施用し、1)と同じ方法で2021年4月2日に慣行ロータリ施工後に1回あるいは2回アッパーロータリを施工した。

②調査内容 土壌物理性、砕土率、もみ殻の混和程度



もみ殻施用状況（手前から45m³、30m³、15m³/10a）

3. 試験結果

1) アッパー耕施工回数がレタスの生育収量に及ぼす影響

(1) 土塊の大きさが20mm以下の砕土率は、アッパー1区および2区で対照区と比較して25～27%高かった(図1)。

(2) 定植後の苗は、対照区で萎れによる枯死率が2.8%発生したが、その他の2区はみられなかった。

- (3) 土壌の全孔隙率、仮比重および飽和透水係数を図2に、易効性有効水分量および土壌硬度を表1に示した。アッパー1区の上層は、他の2区と比較して全孔隙率がやや低下し、仮比重はやや高く、飽和透水係数の変化は小さかった。下層は、全区で上層同様に全孔隙率が低下し、仮比重が高まる傾向がみられた。飽和透水係数は、アッパー1区では低下する傾向がみられた。易効性有効水分量は、全区の上層下層とも収穫後に低下する傾向がみられた。土壌硬度は、対照区の下層でやや高かったものの、全区で8.5~14.8 mmと低かった。
- (4) 生育期間中の降雨後の土壌水分吸引圧を図3に示した。定植15日目の降雨後は、処理区間で大きな差はなかったが、定植30日目には対照区が他の2区と比較して降雨後の低下が大きく、土壌水分が低い状態が長く続いた。また、アッパー2区は、アッパー1区と比較してやや低く推移した。定植37日目の降雨後は、30日目と同様の傾向がより顕著にみられた。
- (5) 土壌化学性は、作後と作前で処理区による傾向はみられなかった(表2)。
- (6) 収穫時のレタスの全重および調整重でアッパー1区が他の2区より高く、腐敗および裂球した割合は、対照区で他の2区と比較して高かった(表3、写真1)。地下部の乾物重は、アッパー1および2区が対照区と比較して高かった(図4)。
- (7) 以上の結果から、アッパーロータリを1回施工することにより、2回施工および慣行ロータリと比較してレタスの株重量が増加し、成歩率が高まった。これは、降雨後の土壌の過湿状態の期間が短く、乾湿の差が小さかったためと考えられた。

2) もみ殻施用量とアッパー耕の回数がもみすき込み性および土壌物理性に及ぼす影響

- (1) 土塊の大きさが20 mm以下の碎土率は、1回施工と比較して2回施工がやや高かった(図5)。
- (2) アッパー耕およびもみ殻施用83日後の土壌物理性を図6に示した。施工回数は、2回と比較して1回では、全孔隙率が高く、仮比重が低かったが、その差はそれぞれ0~6%、0.01~0.07と小さかった。飽和透水係数は、15 m³を除いて1回で低い傾向がみられたが、全区とも 7.3×10^{-3} ~ 3.5×10^{-2} と極めて良好であった。もみ殻の施用量は、45 m³および30 m³では、全孔隙率および仮比重は同程度であったが、15 m³では45 m³、30 m³と比較して全孔隙率が低く、仮比重が高い傾向がみられた。飽和透水係数は、施用量が多いほど高い傾向がみられたが、15 m³においても $5.8 \sim 7.6 \times 10^{-3}$ と高い値であった。
- (3) もみ殻の混和程度を写真2に示した。アッパー1回および2回施工とも深さ25~28 cmまで均一に混和されており、回数による差はみられなかった。また、もみ殻施用量による混和程度の違いはみられなかった。
- (4) 以上の結果から、アッパーロータリの回数は、土壌物理性およびもみ殻の混和程度が1回と2回で大きく差がなかったことから、1回の施工でよいと考えられた。また、もみ殻施用量は、45 m³および30 m³では、15 m³と比較して全孔隙率が高く、仮比重低く土壌物理性が向上したが、45 m³と30 m³では差がなかったことから30 m³の施用で効果があると考えられた。ただし、試験1)の結果より、レタスは、全孔隙率、飽和透水係数が高すぎる、仮比重が低すぎるなどの条件では生育が不良になることも考えられるため、次年度のレタスの栽培試験で適正施用量を明らかにする必要がある。

4. 主要成果の具体的データ

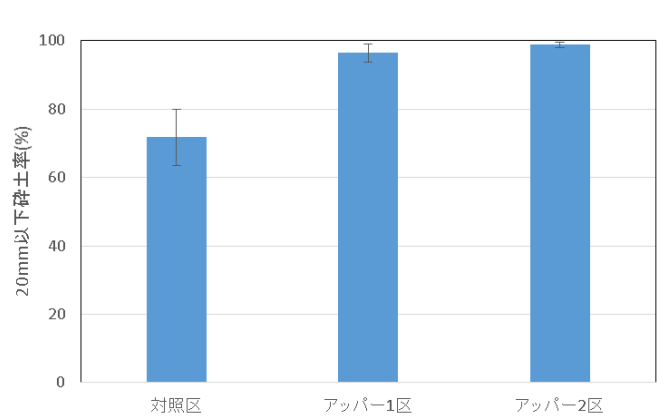


図1 アッパー耕施工回数が砕土率に及ぼす影響
縦線は3地点の平均値±標準誤差を示す

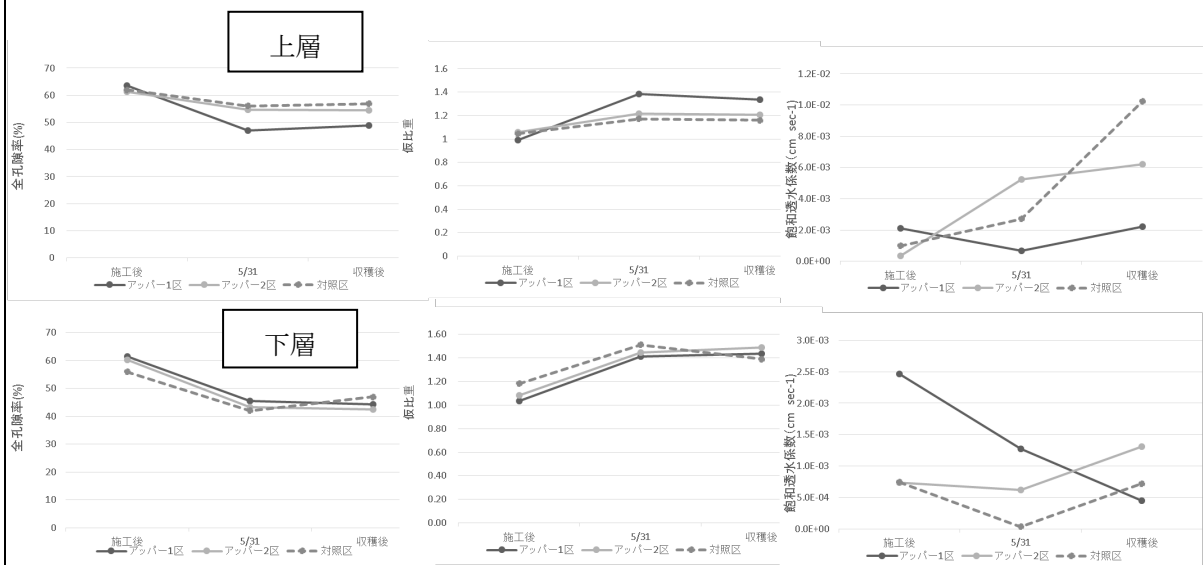


図2 砕土方法が全孔隙率、仮比重および飽和透水係数に及ぼす影響

(施工後:4/1、収穫後 6/24、上層:5~10 cm、下層:アッパー1区;-20~-25cm、2区;-22~-27 cm、対照区;-23~-28cm)

表1 易効性有効水分量および土壌硬度

時期	処理区	測定深さ (cm)	有効水分量 (pF1.5-2.7)	土壌硬度 (mm)
施工後	アッパー1区	-5~-10	6.7	-
		-20~-25	7.3	-
	アッパー2区	-5~-10	6.9	-
		-22~-27	7.2	-
	対照区	-5~-10	7.3	-
収穫後	アッパー1区	-5~-10	4.6	12.8
		-20~-25	5.4	10.0
	アッパー2区	-5~-10	3.8	10.0
		-22~-27	6.1	8.5
	対照区	-5~-10	4.3	8.7
		-23~-28	4.4	14.8

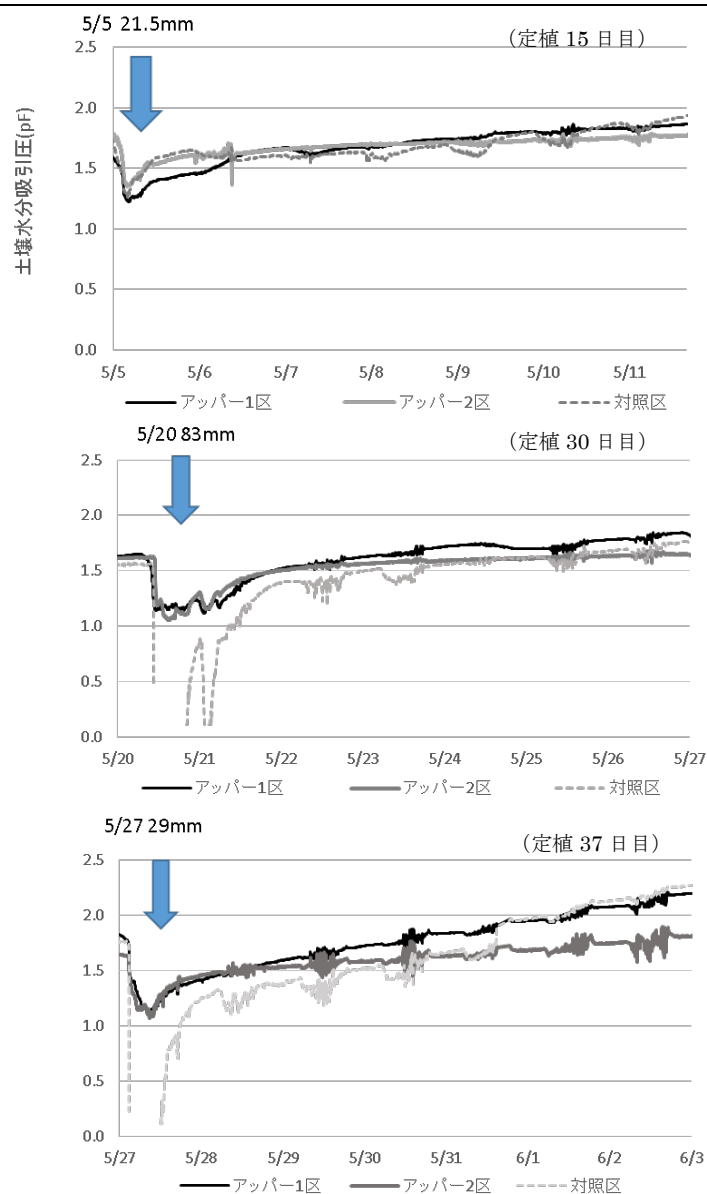


図3 生育期間中の降雨後の土壌水分吸引圧の変化（地表から15 cmの深さで測定）

表2 作前後の土壌化学性

時期	処理区	pH	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	可給態リン酸	交換性塩基 (mg100g ⁻¹)			CEC	塩基飽和度	全炭素	全窒素	C/N
		(H ₂ O)	(dSm ⁻¹)	(mg100g ⁻¹)	(mg100g ⁻¹)	(mg100g ⁻¹)	CaO	MgO	K ₂ O	(cmol _c kg ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	
作前	アッパー1区	6.6	0.06	0.2	1.6	16.0	187	17.7	5.0	9.3	82.7	0.83	0.09	8.9
	アッパー2区	6.5	0.05	0.2	1.0	18.0	183	19.9	3.8	8.6	89.0	0.83	0.09	9.0
	対照区	6.6	0.07	0.2	1.9	23.8	199	20.9	6.9	9.4	89.3	1.04	0.11	9.4
作後	アッパー1区	6.2	0.03	0.3	0.3	36.0	164	15.8	9.6	9.0	76.0	-	0.10	-
	アッパー2区	6.0	0.07	0.3	0.3	20.2	160	18.2	9.6	8.9	77.2	-	0.09	-
	対照区	6.1	0.03	0.3	0.3	26.5	171	17.3	9.8	9.2	77.8	-	0.11	-

採取日：作前2021/4/1，作後6/24

表3 収穫時のレタスの重量および形質

処理区	全重 ±標準誤差 (g)	調製重 ±標準誤差 (g)	割合 (%)			
			2S未満 ¹⁾	腐敗	裂球	成品率
アッパー1区	639 ±42	605 ±27	3	4	16	78
アッパー2区	479 ±42	449 ±33	14	6	13	68
対照区	481 ±25	469 ±28	3	20	28	49

¹⁾ 2Sサイズ：250g～300 g (全農広島の基準)

調査株数：80株/区



写真1 収穫時（2021年6月10日）のレタス

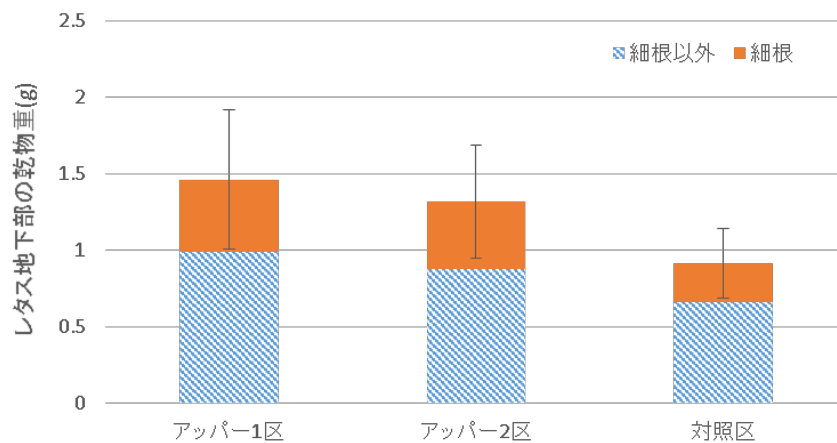


図4 収穫時のレタス地下部乾物重
縦線は9株の平均値±標準誤差を示す

2) もみ殻施用量とアッパー耕の回数がもみすき込み性および土壌物理性に及ぼす影響

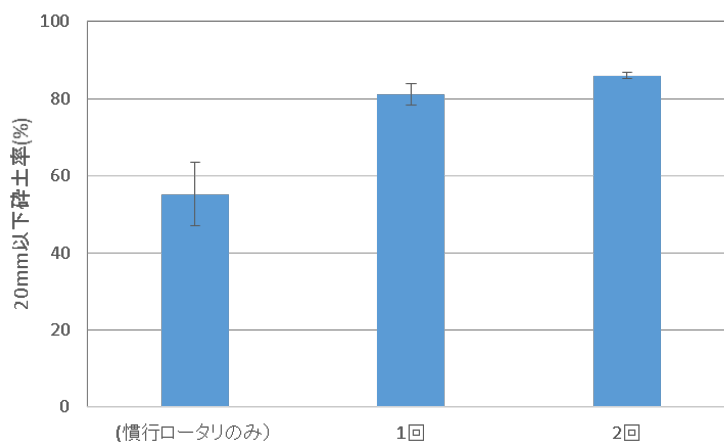


図5 アッパー耕施工回数が碎土率に及ぼす影響
縦線は3地点の平均値±標準誤差を示す

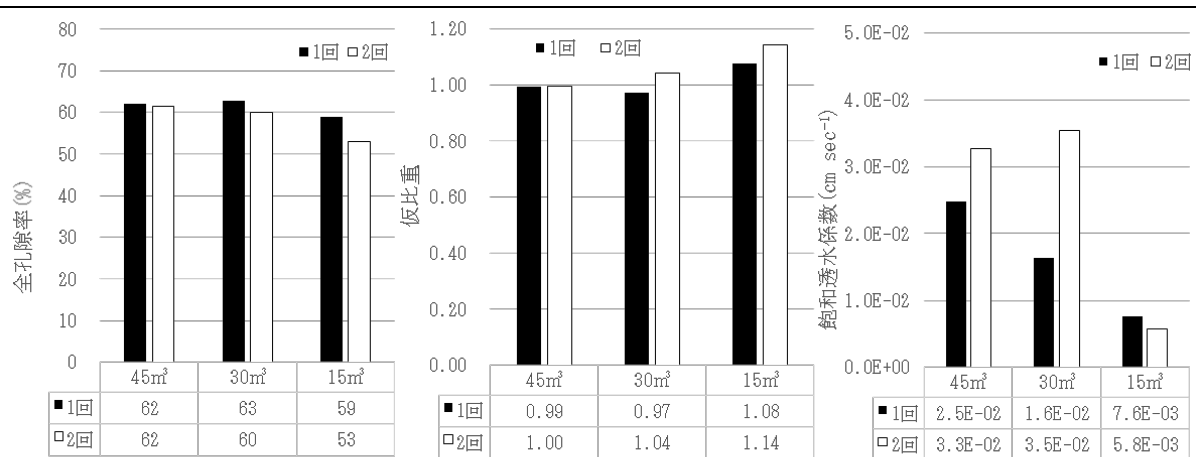


図 6 アッパー耕施工回数およびもみ殻施用量が土壌全孔隙率、仮比重および飽和透水係数に及ぼす影響
 施工および施用日：2021 年 4 月 2 日、調査日：2021 年 6 月 24 日



写真 2 もみ殻の混和程度 (左：1 回、右 2 回、上から 45 m³、30 m³、15 m³/10a)

5. 経営評価

逆回転ロータリの施工は、レタス重量を約 1.3 倍増加させ、売り上げの増加が見込まれた。本試験で使用した逆回転ロータリの価格は約 80 万円であるが、保有するトラクターに取り付けて施工できることから経営面で有効と考えられる。

6. 利用機械評価

トラクター操作技術を有すれば、施工できる。施工深度やスピードなどは、土壌硬度などの圃場条件を考慮する必要がある、やや熟練を要すると考えられる。

7. 成果の普及

広島県園芸振興協会講習会などで、普及組織、JA の営農指導員および生産者に対して成果を報告する。今後も研究成果情報等を通して広報する計画である。

8. 考察

アッパーロータリの施工回数による土壌物理性への影響およびレタスの形質等への影響を検討した。その結果、1 回施工することにより、2 回施工および慣行ロータリと比較してレタスの重量が増加し、成品率が高まった。これは、1 回施工では、降雨後の土壌の過湿状態の期間が短く、乾湿の差が小さかったためと考えられ、今回の条件では砕土が 2 回施工では過剰、慣行ロータリでは不十分であったと考えられた。また、もみ殻施用との組み合わせは、土壌物理性およびもみ殻の混和程度が施工 1 回と 2 回で大きく差がなかったことから、1 回の施工でよいと考えられた。また、もみ殻施用量は、45 m²区および 30 m²区では、15 m²区と比較して全孔隙率が高く、仮比重低く土壌物理性が向上したが、45 m²と 30 m²では差がなかったことから 30 m²の施用で効果があると考えられた。ただし、試験 1) の結果より、レタスは、全孔隙率、飽和透水係数が高すぎる、仮比重が低すぎるなどの条件では生育が不良になることも考えられるため、次年度のレタスの栽培試験で適正施用量を明らかにする必要がある。

9. 問題点と次年度の計画

次年度は、今年度の成績をもとにアッパー施工ともみ殻施用量の組み合わせ処理による土壌物理性およびレタスの生育収量への影響を検討する。

10. 参考写真



アッパーロータリ施工



もみ殻施用後のアッパーロータリ施工