

委託試験成績（令和元年度）

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	令和元年度～令和2年度、新規
大課題名	Ⅱ 高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	施設ハウレンソウの下層土壌改良技術の確立
目的	施設栽培では、①長年トラクターのロータリーによる耕うんで、耕うん深度が限定されて作土層が浅くなると同時に作土直下にち密度の高い耕盤が形成される、②機械の走行により下層土が踏み固められ、物理性および化学性が著しく低下する、などの問題が指摘されている。県内では、根の伸長が阻害されるち密度（土壌硬度）21mm 以上の下層土も多く見受けられる。このため、特にハウレンソウなど深根性の作物では、耕盤および下層土での根の伸長制限による生育不良や収量低下などが大きな問題となっている。しかし、ハウレンソウはパイプハウスでの栽培が多く、耕盤破碎や下層土の改良は実施されていない。そこで、本試験では、施設内で使用できるトラクターに装着可能なブラソイラおよび逆回転ロータリーの施工、さらに堆肥施用の組み合わせが耕盤破碎による作土深の増加および下層土の物理性、化学性改善に加えてハウレンソウの収量に及ぼす影響を明らかにし、下層土改良技術を確立する。
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 広島県立総合技術研究所農業技術センター内パイプハウス（東広島市八本松町原）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>1) 供試機械名 ブラソイラ（スガノ農機株式会社製、J452BE）、アッパーローター（ニプロ松山株式会社製、APU1510H）、トラクター（ヤンマー、33馬力）</p> <p>2) 試験条件</p> <p>（1）圃場条件 土壌分類：細粒質灰色化低地水田土、土壌化学性および物理性は表1に示した。 面積：隣接するハウス2棟（長さ11.1m×幅5.3m、10.8m×5.0m 計112.3m²） 圃場準備：2018年12月に作土を剥ぎ取った後、下層土をち密度（土壌硬度）21mm以上に鎮圧、作土を戻し整地した。</p> <p>（2）栽培等の概要 供試作物 ハウレンソウ‘晩抽サマースカイ’（タキイ種苗） 碎土・整地 4月22日 施肥 肥料は、窒素成分量10kg/10a（肥料成分量(kg/10a) N:P₂O₅:K₂O=10:8:9）、pHを7.0に矯正するための苦土石灰を施用した。 播種 5月17日 畝高5cm程度の平畝栽培、株間7cm×条間25cm（57株/m²） 除草・病害虫防除 3月にクロピクテープによる土壌消毒を実施した。播種時に殺虫剤を土壌処理した。栽培期間中は病害虫の発生に応じて登録農薬を適時散布した。 収穫 6月17日</p>	

3) 試験内容

(1) 処理区の構成

処理区	1年目 (H31年度)	2年目 (R2年度) 計画
改良区	プラソイラ+逆回転ロータリー	堆肥施用+逆回転ロータリー
対照区	慣行ロータリー	堆肥施用+慣行ロータリー

改良区は、2019年2月26日にプラソイラを溝間隔0.35m、深さ0.3mで施工後、全面に逆回転ロータリーを施工した。対照区の慣行ロータリーは、同日に実施した。

各ハウス内に1m×2mの調査区を設け、3反復/区として調査した。

(2) 調査内容

土壌調査；

調査時期：施工前後および収穫後（作土および下層土）

調査項目：

土壌物理性；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、NO₃-N、NH₄-N、交換性塩基類、可給態リン酸、全炭素

ハウレンソウの調査；

調査項目：収量、収穫時の形質（全重、調製重、草丈、葉色）、根長

3. 試験結果

1) 施工前後および作後の土壌化学性（表1）

改良区の施工後（作前）の1層は、施工前の1層および2層の値から、プラソイラにより下層土がやや反転され、逆回転ロータリーにより2層および3層の土壌と混和されたと考えられた。また、両区とも作後は施肥と苦土石灰施用により可給態リン酸、CaOおよびMgOが施工前に比べてやや高まっていたが、処理による影響はみられなかった。

2) 施工前後および作後の土壌物理性（表2）

2層および3層の土壌は、施工前には両区とも硬度が24~28mmと根の伸長が阻害される21mmより高く、気相率は0~3%と低かった。さらに、飽和透水係数は、マイナス5乗から6乗、仮比重は1.50~1.72とち密な土壌であった。プラソイラの施工により、気相率は18~22%に上昇し、飽和透水係数はマイナス3乗、仮比重は1.24~1.38と膨軟な土壌となった。対照区および改良区とも、作前と作後の変化は小さく、改良区はプラソイラ施工の効果が維持されていることが明らかになった。また、施工後の1層は、施工前と比較して硬度の低下や気相率の向上がみられたことから、反転された2層、3層のち密な土壌が逆回転ロータリーによって砕土されていると考えられた。

3) 施工前後の土壌硬度の変化（図1）

施工前は、深さ7~8cmの地点で土壌硬度21mmに相当する土壌貫入抵抗値約2050kPaとなった。プラソイラ施工後は、同じ土壌硬度の地点は深さ28~29cmとなり施工により深い位置まで土壌硬度が低下した。

4) 収穫時のハウレンソウの形質および収量（表3）

改良区は対照区と比較して、全重および調整重は200%、草丈および茎数は130%、根長は160%と有意に大きかった。また、対照区の一部の根は、土壌表面からの深さ約10cmの部位で水平方向に曲がっていることを確認した（写真4）。

5) まとめ

下層土の土壌硬度が21mm以上と高い圃場でのプラソイラおよび逆回転ロータリーの施工は、土壌の気相率を増加および土壌硬度を低下させ、物理性が改善した。これにより、ハウレンソウの根の伸長および生育が促進し、重量の増加につながったと考えられた。

4. 主要成果の具体的データ

表1 施工前後および作後の土壌化学性

時期	処理区	層位	深さ	pH (H ₂ O)	EC (dSm ⁻¹)	NO ₃ -N (mg100g ⁻¹)	NH ₄ -N (mg100g ⁻¹)	可給態 リン酸 (mg100g ⁻¹)	交換性塩基(mg100g ⁻¹)			CEC (cmol _c kg ⁻¹)	塩基 飽和度 (%)	全炭素 (%)
									CaO	MgO	K ₂ O			
施工前	改良区	1層	~-13cm	5.3	0.15	0.3	5.9	18.3	76	10.9	20.8	10.8	35	1.9
		2層	~-24cm	6.6	0.13	0.3	2.7	35.5	204	26.0	13.7	10.7	86	1.2
		3層	-24cm~	7.1	0.05	0.3	0.8	22.9	143	31.7	7.2	8.6	80	0.5
	対照区	1層	~-14cm	5.0	0.15	0.3	4.6	19.5	72	12.7	28.7	10.4	37	1.8
		2層	~-24cm	6.8	0.07	0.2	0.3	73.3	298	36.4	22.0	15.1	88	1.9
		3層	-24cm~	7.1	0.02	0.2	0.2	9.2	132	19.5	10.9	6.1	100	0.1
施工後(作前)	改良区	1層	-	5.8	0.14	0.2	4.0	25.2	137	22.0	26.4	10.5	64	1.3

時期	処理区	層位	深さ	pH (H ₂ O)	EC (dSm ⁻¹)	NO ₃ -N (mg100g ⁻¹)	NH ₄ -N (mg100g ⁻¹)	可給態 リン酸 (mg100g ⁻¹)	交換性塩基(mg100g ⁻¹)			CEC (cmol _c kg ⁻¹)	塩基 飽和度 (%)	全炭素 (%)
									CaO	MgO	K ₂ O			
作後	改良区	1層	~-13cm	6.8	0.04	0.3	0	29.8	203	24.4	18.3	11.1	82	1.2
		2層	~-24cm	6.7	0.04	0.3	0	28.6	178	24.4	14.4	10.1	79	1.1
		3層	-24cm~	6.9	0.06	0.4	0.4	25.2	155	33.3	9.1	9.0	84	2.1
	対照区	1層	~-14cm	7.4	0.03	0.3	0	64.1	483	27.1	15.7	16.2	118	2.2
		2層	~-24cm	6.7	0.13	0.5	0.7	99.6	437	42.3	17.2	19.3	95	3.1
		3層	-24cm~	6.8	0.84	0.2	1.5	21.8	155	24.9	17.3	7.9	93	0.4

施工前：2019年2月26日、施工後(作前):4月26日、作後7月19日

表2 施工前後および作後の土壌物理性

時期	処理区	層位	硬度 (mm)	三相分布 (V%) (pF1.5)			全孔隙 量(V%)	有効水分量 (pF1.5-2.7)	飽和透水係数 (cm s ⁻¹)	仮比重
				固相	液相	気相				
施工前	改良区	1層	19	55	34	11	45	6.7	2.7.E-05	1.22
		2層	26	71	29	0	29	5.6	1.0.E-05	1.62
		3層	28	76	24	0	24	3.7	1.4.E-06	1.72
	対照区	1層	7	50	34	16	50	7.4	1.2.E-02	1.10
		2層	28	60	37	3	40	8.2	2.8.E-05	1.50
		3層	24	69	31	0	31	3.7	6.2.E-05	1.63
施工後(作前)	改良区	1層	-	42	32	26	58	10.8	4.4.E-04	1.13
		2層	-	47	32	22	53	8.7	2.8.E-03	1.24
		3層	-	52	30	18	48	5.9	1.6.E-03	1.38

時期	処理区	層位	硬度 (mm)	三相分布 (V%) (pF1.5)			全孔隙 量(V%)	有効水分量 (pF1.5-2.7)	飽和透水係数 (cm/sec)	仮比重
				固相	液相	気相				
作後	改良区	1層	11	45	31	24	55	10.9	6.4.E-03	1.20
		2層	17	50	36	13	50	12.3	2.8.E-03	1.31
		3層	17	51	30	19	49	6.1	3.4.E-03	1.34
	対照区	1層	11	43	37	21	57	12.8	4.9.E-03	1.14
		2層	25	50	41	9	50	12.6	2.0.E-04	1.40
		3層	24	70	31	0	30	4.0	3.5.E-05	1.65

施工前：2019年2月26日、施工後(作前):4月26日、作後7月19日 1層：-4~-9 cm、2層：-16~-21cm、3層：-24~-29cmの位置を採取

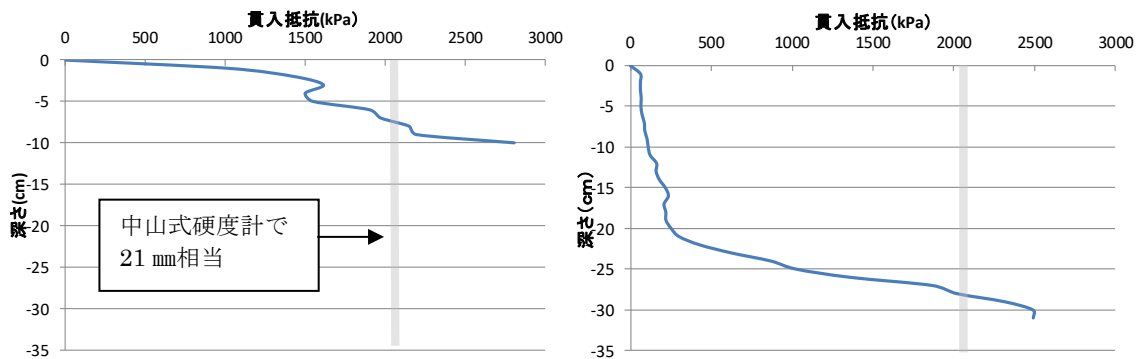


図1 施工前後の土壌貫入抵抗値 (左：施工前 (改良区および対照区)、右：施工後 (改良区)) 2019年2月26日

表3 耕盤破碎等の処理がホウレンソウの収穫時の形質および収量に及ぼす影響

処理区	全重 (g)	調製重 (g)	草丈 (cm)	茎数 (本)	根長 (cm)	収量 ^{z)} (kg10a ⁻¹)
改良区	47.0	41.7	33.0	9.9	19.1	2,797
対照区	23.1	20.7	24.7	7.8	12.4	1,384
t検定	*	*	*	*	-	-

調査日：2019年6月17日 ^{z)} 調整重と栽植密度から計算

^{y)} *は5%水準で有意差あり

5. 経営評価

プラソイラと逆回転ロータリーの施工は、下層土が土壌硬度 21 mm以上とち密で根の伸長が阻害されている圃場において、ホウレンソウ重量を2倍に増加させ、売り上げの増加が見込まれた。本試験で使用したプラソイラおよび逆回転ロータリーの価格は、各々約20万円と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、経営面でも有効と考えられた。

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、やや熟練する必要があると思われる。

7. 成果の普及

平成31年2月26日のプラソイラおよび逆回転ロータリー施工時には、普及組織、JAの営農指導員および生産者を参集し、講習会形式で実施した。今後、本成果は広島県園芸振興協会の講習会、研究成果情報等を通して広報する計画である。

8. 考察

プラソイラの施工により、下層土壌の物理性が改善されたことにより根の伸長および作物の生育が促進され、重量が増加したと考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

次年度は、土壌物理性改善効果と併せて、堆肥施用による下層土の土壌改良効果を明らかにする。

10. 参考写真



写真1 プラソイラ施工



写真2 プラソイラ施工後の土壌



写真3 逆回転ロータリー施工



写真4 対照区の根の曲がり状況



写真5 ホウレンソウの根の伸長状況 (左: 対照区、右: 改良区)



写真6 収穫時のホウレンソウ (左：対照区、右：改良区)