

委託試験成績（平成27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	平成27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	水田転換畑の緩傾斜付与による排水性向上およびキャベツの生産安定化																																				
目的	<p>水田転換畑でのキャベツ栽培では、生産安定のために根周辺の水分を適切に保つことが重要となる。しかし、水田転換畑は粘土分を多く含むため、排水が不良で水が溜まりやすく、排水対策や土壌改良をしないで、キャベツを栽培すると土壌水分過多による根腐れ症状などの湿害が発生する。このため、現地からは粘質水田転換畑での排水性向上技術が求められている。省力的な排水対策として、レーザーレベラーを用いて緩やかな傾斜を付けることで降った雨を速やかに排水し、土壌水分を低下させる方法が有効と考える。</p> <p>そこで、本試験では水田転換畑でのキャベツ栽培における、レーザーレベラーを用いた緩傾斜付与が土壌の水分状態とキャベツの生育及び収量に及ぼす影響を明らかにし、キャベツの生産安定化を目指す。</p>																																				
担当者名	主任研究員 國田丙午																																				
1. 試験場所	広島県立総合技術研究所農業技術センター13号1-2圃場																																				
2. 試験方法	<p>1) 供試機械名 クローラトラクタ EcoTra CT652（ヤンマー株式会社） 直装式レーザーレベラーLL3000（スガノ農機株式会社）</p> <p>2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件 細粒質グライ化灰色低地土粘質、埴壤土（CL）、額縁明渠（幅20cm、深さ15cm）、落水側の地下60cmに排水口設置、本暗渠無し</p> <p>イ. 試験区の構成 緩傾斜1/1,000（1‰）および均平の2区</p> <p>ウ. 試験規模 1区面積1.5a（幅4.4m、長さ34m）</p> <p>エ. 栽培の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・品種：‘初恋’（トホク種苗）</li> <li>・播種：4月20日（培地；与作N150[ジェイカムアグリ株]、128穴セルトレイ）</li> <li>・定植：5月15日（3.5葉セル成型苗）</li> <li>・レーザーレベラーでの緩傾斜および均平施工方法： <ul style="list-style-type: none"> <li>施工前の圃場準備として、2015年の1月と4月に2回耕起し土塊を碎土した。その後、土層が十分に乾燥したことを確認し、5月1日に、レーザーレベラーで緩傾斜（1‰）および均平施工を実施した。施工は1.5aの小区画圃場での大型農機を用いた作業であったが、施工時間は緩傾斜が実働約1hrで、均平が約0.5hrで完了した（写真1.2）。施工後はpH矯正剤と化学肥料を散布し、ゴムクローラのトラクタ走行で鎮圧層が形成されることから十分に耕起して、さらにドライブハローで2回耕起し、表層の土塊をできるだけ細かくした。</li> </ul> </li> <li>・施肥量 (kg/a)</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>肥料名</th> <th>現物施用量</th> <th>窒素</th> <th>りん酸</th> <th>加里</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エコロング413</td> <td>9.0</td> <td>1.26</td> <td>0.99</td> <td>1.17</td> <td>70日タイプ</td> </tr> <tr> <td>硫安</td> <td>6.0</td> <td>1.26</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>速効性</td> </tr> <tr> <td>野菜189号</td> <td>4.2</td> <td>0.42</td> <td>0.34</td> <td>0.38</td> <td>速効性</td> </tr> <tr> <td>粒状苦土石灰</td> <td>20.0</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>アルカリ分11kg</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td>2.94</td> <td>1.33</td> <td>1.55</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	肥料名	現物施用量	窒素	りん酸	加里	備考	エコロング413	9.0	1.26	0.99	1.17	70日タイプ	硫安	6.0	1.26	—	—	速効性	野菜189号	4.2	0.42	0.34	0.38	速効性	粒状苦土石灰	20.0	—	—	—	アルカリ分11kg	合計		2.94	1.33	1.55	
肥料名	現物施用量	窒素	りん酸	加里	備考																																
エコロング413	9.0	1.26	0.99	1.17	70日タイプ																																
硫安	6.0	1.26	—	—	速効性																																
野菜189号	4.2	0.42	0.34	0.38	速効性																																
粒状苦土石灰	20.0	—	—	—	アルカリ分11kg																																
合計		2.94	1.33	1.55																																	

・栽培様式：裸地平畝栽培

・栽植密度：条間60cm、株間30cm、555株/a

平畝栽培での土壌表面の凹凸は、降雨後の表面水の排出に影響すると考えられるので、定植、栽培中の株周辺の除草や薬剤防除等は、条間等にコンパネを敷いて、できるだけ凹凸をつけないように作業した（写真3）。

・使用農薬成分：

除草剤（商品名：トレファノサイド、バスタ、ザクサ）4成分、殺虫剤（アクタラ、ネキリエースK、ナメキット、アフーム、トルネード、ランネート、ウララ、ハチハチ、アドマイヤー、トレボン等）11成分、殺菌剤（ダコニール、アミスター、コサイドボルドー）5成分 計20成分

### 3. 試験結果

#### 1) 跡地土壌の理化学性

作終了後の土壌化学性について、交換性石灰は緩傾斜区が均平区に比べて、乾土100g当たり66mg多く、塩基飽和度およびpHもやや高かった。一方、EC（電気伝導度）、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、可給態リン酸、交換性苦土、交換性加里、CEC（陽イオン交換容量）および腐植は両区ともほぼ同等であった（表1）。

作終了後の土壌物理性について、作土深は均平区が7.5cmで、緩傾斜区の11.5cmと比べて均平区がやや浅かった。pF1.5からpF2.7までの土壌100ml当たりの易効性有効水分量は、均平区が7.3mlで緩傾斜区が4.9mlとなり、均平区が緩傾斜区に比べて2.4ml多かった。飽和透水係数は両区とも1秒間で $2\sim 3\times 10^{-3}$ cmで差はなかった。また、緩傾斜区におけるpF1.5時の固相、液相および気相率はそれぞれ44%、35%、21%で、全孔隙率と同様に均平区とほぼ同等であった。真比重は両区ともに乾土1cm<sup>3</sup>当たり3.0gで同等であった（表2）。

#### 2) 緩傾斜および均平の持続性

作終了時の傾斜および均平の度合いは、均平区は切土部が基準よりも約1cm高く、逆に、盛土部では約1cm低かった。傾斜区は切土部、盛土部ともに基準よりも約0.5～1cm低く、それ以外の地点（中央部）では約1cm高かった（図1）。

#### 3) 降雨後の表面水の排出有無

定植3日後の5月18日に、日降水量26.5mm（最大5mm/hr）の降雨があり、翌朝、均平区の一部で土壌表面への停滞水の発生が認められた（写真4）。

また、6月11日（定植27日後）の10分間降水量5.5mmや、6月26日の日降水量65.5mmの強雨時においても、緩傾斜区でも表面水の排出は見られず、両区の全体で停滞水の発生が認められた（写真5）。

#### 4) キャベツの生育、収量および品質

定植7日後の活着不良率は均平区が9.7%で、緩傾斜区が7.1%で両区とも高かった。7月13日の収穫直前では、枯死株率は両区ともに2～3%で低かった。また、外葉萎れは両区とも強雨4日後の6月30日に初発し、収穫直前には発生率は両区ともに40%以上まで高まった（写真6）。非結球率は均平区が53.4%に対して緩傾斜区が9.9%で、緩傾斜区が均平区に比べて極めて低かった（表3）。

1株当たりの調製重は、緩傾斜区が553gで均平区の173gと比較して大きかったが、いずれも市場出荷規格Sサイズの920gを大きく下回った（写真7）。結球部の横径、縦径、および茎径においても全重、調製重と同様に、緩傾斜区が均平区に比べて大きかった（表4）。また、収穫株は均平区では地際の茎部が著しく黒変し、根の発生量が緩傾斜区よりも極めて少なく、両区とも発生した根は褐変し白根の発生が少なく、根腐れ症状（湿害）が観察された（写真8）。

#### 5) 降水量と地下水位との関係

6月26日～7月5日まではキャベツの結球肥大の最盛期に相当した。これら10日間で降雨は3日あり、日降水量は6月26日に65.5mm、その5日後の7月1日に36.5mm、4日後の7月5日に10.0mmで合計112mmに達した（図2）。

この間の地下水位は、均平区、緩傾斜区ともに降雨、晴天を繰り返したことで大きく変動して、降雨直後から土壌表面の0cmまで急激に上昇し、土壌表面への滞水時間は降水量が多いほど長くなった。作土深別の地下水位は、土壌深-10cm（作土層）までは両区ともほぼ同様な上下変動を示したが、土壌深-10cm以下では均平区が緩傾斜区よりも高く推移し、強雨4日後の6月30日には均平区が-31cmで、緩傾斜区が-42cmで最も低くなった（図2）。

#### 6) 降水量と土壌水分との関係

前述したように、日降水量は6月26日に65.5mm、その5日後の7月1日に36.5mm、4日後の7月5日に10.0mmで合計112mmに達した（図2）。

土壌pF（土壌水分吸引圧）は均平区、緩傾斜区ともに降雨直後から急激に下降し、連続した晴天により上昇した。土壌pFの変動幅は強雨後の6月27日以降では、均平区がpF0.8~2.2の範囲で、緩傾斜区がpF1.0~1.7で推移し、均平区が緩傾斜区に比べて大きかった。また、緩傾斜区は圃場容水量であるpF1.5以下の期間が長く、均平区に比べて土壌が常時、過湿状態であったことが伺えた（図3）。

### 4. 主要成果の具体的データ

表1 処理区別跡地土壌の化学性

(乾土当たり)

区名	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> -N (mg/100g)	NH <sub>4</sub> -N (mg/100g)	可給態 リン酸 (mg/100g)	交換性塩基(mg/100g)			CEC (me/100g)	塩基 飽和度 (%)	腐植 (%)
						CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
均平	5.90	0.11	0.7	1.1	29.4	173	21	19	10.5	73	2.3
緩傾斜	6.63	0.06	0.4	1.0	38.2	239	31	12	11.2	93	2.7

注) 採土日：7月17日 深さ2~7cm土層を採取。表数値は各区3か所の平均値を示す。

表2 処理区別跡地土壌の物理性

区名	作土深 (cm)	飽和透 水係数 (cm/sec)	三相分布 (pF1.5時) (V%)			全孔 隙率 (V%)	有効水分量 (pF1.5-2.7) (ml/100ml)	真比重 (g/cm <sup>3</sup> )
			固相	液相	気相			
均平	7.5	2.2×10 <sup>-3</sup>	43	34	23	57	7.3	3.04
緩傾斜	11.3	3.0×10 <sup>-3</sup>	44	35	21	56	4.9	3.05

注) 土壌採土日：7月17日(作終了後)、採土部：深さ2~7cm

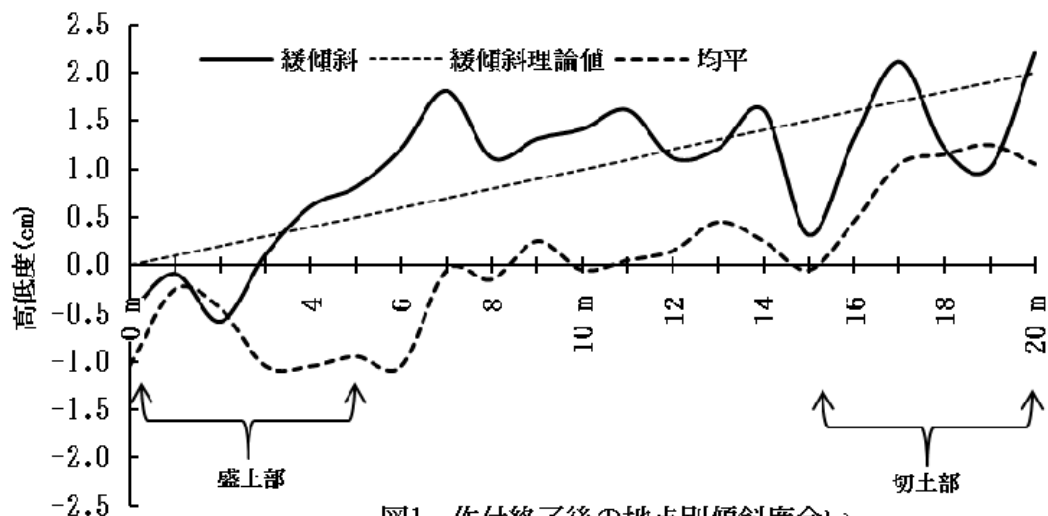


図1 作付終了後の地点別傾斜度合い

注) 傾斜・均平施工日：5月1日 調査日：7月30日

表3 緩傾斜付与がキャベツの生育に及ぼす影響

(%)

区名	定植7日後 活着不良	収穫時			
		枯死	外葉萎れ	非結球	結球
均 平	9.7	2.5	42.0	53.4	46.6
緩傾斜	7.1	3.5	57.1	9.9	90.1

注1) 品種‘初恋’ 播種：4月20日，定植：5月15日，収穫：7月15日

注2) 1区当たりの調査株数：198株 調査日：5月22日（活着不良率），7月13日

表4 緩傾斜付与がキャベツの収量および品質に及ぼす影響

(1株当たり)

区名	全重 (g)	調製重 (g)	結球部 (cm)		茎径 (mm)
			横径	縦径	
均 平	382±26	173±14	8.7	7.5	21.8
緩傾斜	817±77	553±52	13.7	9.9	27.1

注1) 品種‘初恋’ 播種：4月20日，定植：5月15日，収穫：7月15日

注2) 全重，調製重における±数値は標準誤差(n=30)を示す。

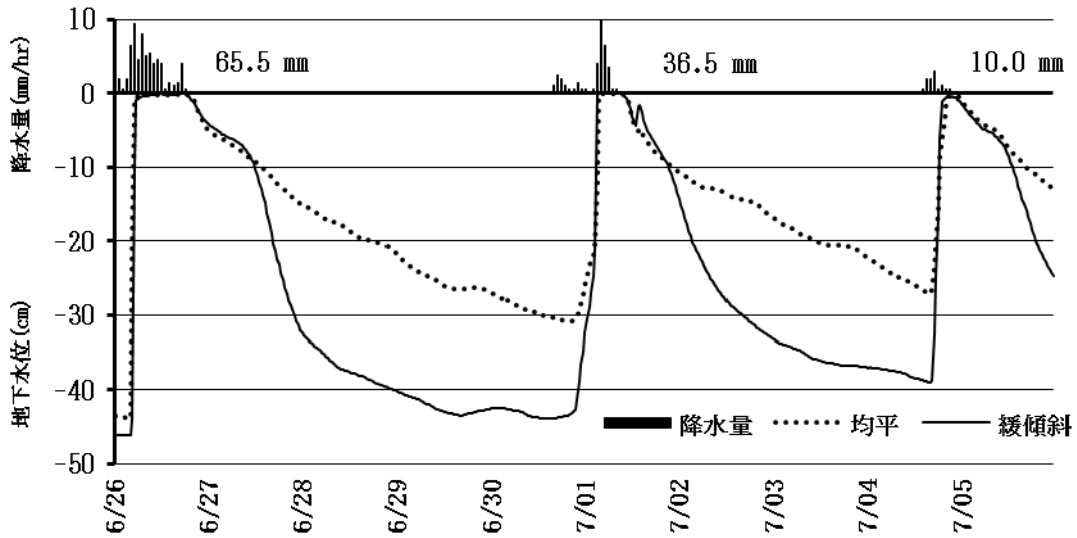


図2 1時間当たり降水量および処理区別地下水位の推移

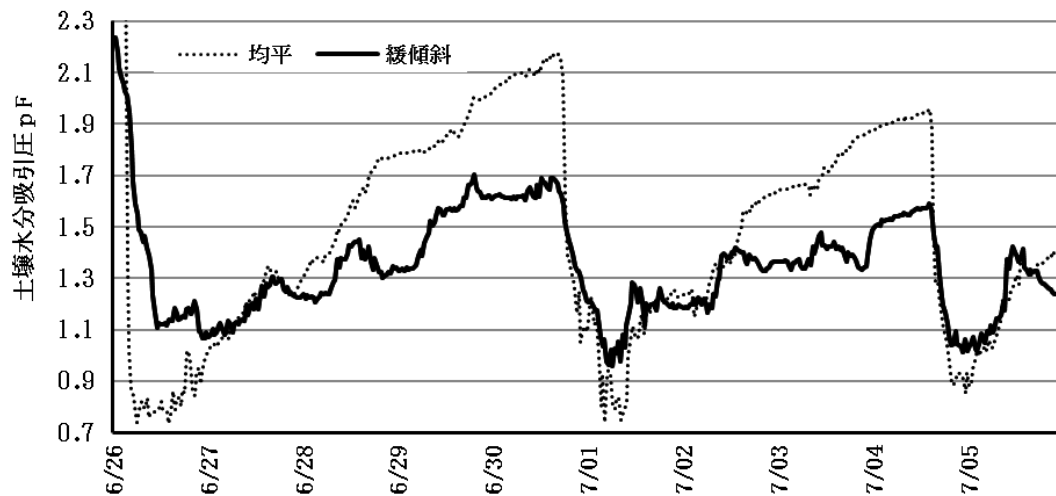


図3 処理区別の土壌pFの推移

注) pFメーターは土壌の深さ10cmに設置

## 5. 経営評価

広島県のキャベツの生産振興は、中山間地域の担い手型集落法人等を中心に作付推進を図っており、2012年に栽培面積が106haで、販売量が2,792tに至っているが、10a当たりの平均収量は2.6tで極めて低いのが現状である。

本試験では、水田転換畑にレーザーレベラーを用いた1/1,000の緩傾斜付与することで、地表排水を促し増収効果を期待した。しかし、緩傾斜区の収量は10a当たりに換算すると3t程度（ただし、1株調製重は市場規格を満たしていない）で、法人の経営が成立する目標収量の5tと比較して極めて低収であった。緩傾斜化技術の効果は本試験では確認できなかったため、キャベツの経営的な評価は見送ることとした。

## 6. 利用機械評価

レーザーレベラーの機械精度は±2.5cm以内とされている。本試験ではキャベツの作終了後に傾斜度および均平度を計測した結果、両区とも基準の±1.0cm以内の誤差であった。このことから、レーザーレベラーでの施工は省力で短時間に実施でき、しかも、粘質土壤に適応可能で、傾斜度あるいは均平度を長期間、維持できると考えられた。

施工に関わる機械のゴムクローラトラクタ、レーザーレベラーやレーザー受発光機を全て装備すると約1,200万円の経費を要し、これは生産者個々が購入できる価格ではない。最近では大手の農機メーカーは施工の請負を行っている。施工代はオペレーター付きで、機械運送代込みで圃場1ha当たり約40万円となっている。仮に傾斜度あるいは均平度が3年間維持できるのであれば、10ha以上の大規模営農を行う生産者にとっては比較的、取り組みやすい価格と考えられた。

## 7. 成果の普及

10月16日に、ヤンマーアグリジャパン(株)中四国カンパニーの協力を得て広島県内の普及組織を対象に、当センター25a区画圃場でのレーザーレベラー施工実演会を開催し、技術普及を促した。

## 8. 考察

レーザーレベラーでの施工は省力で短時間に実施でき、しかも、粘質土壤でも適応可能で、傾斜度あるいは均平度を一定期間、維持できると考えられた。

一方、本試験では降雨後の地下水位、土壤水分および処理区の相互の関係を明らかにできなかった。しかし、粘質の水田転換畑では1/1,000(1‰)の傾斜を付与しても、強雨時の表面水の圃場外排出が見られず、停滞水の発生が認められ、キャベツ1株当たりの調製重も市場規格重量(920g以上)を満たさなかったことから、粘質の水田転換畑での1/1,000の傾斜では排水効果が不十分なことが示唆された。

## 9. 問題点と次年度の計画

### 1) 問題点

本試験では、粘質の水田転換畑において1/1,000傾斜を付与しても強雨後の地表排水が見られなかった。降雨後の土壤水分を低下させるには傾斜度をさらに高めることが考えられる。しかし、傾斜度を高めるとレーザーレベラーでの運土量が多くなることや、作土層が浅い圃場では、傾斜下端で下層土が出現することも考えられ、心土破碎または有機物施用による土層改良の必要性が生じる。

緩傾斜付与だけでなく、畝立栽培、明渠、補助暗渠あるいは本暗渠を組み合わせ、総合的な排水対策を講じることが重要となる。

### 2) 次年度の計画

なし

10. 参考写真



写真1 レーザーレベラーでの施工状況  
フルクローラトラクタでの直装式レベラー(勾配機能無)



写真2 均平板(耕起幅3m)での運土作業状況  
スプリングタインで砕土、膨軟 スパイラルローラで砕土、鎮圧



写真3 平畝栽培 条間60cm 株間30cm  
土壌凹凸ができないように定植



写真4 定植3日後に日降水量26.5mmの降雨  
均平区の一部に停滞水発生(○印内の株が湛水)



写真5 6月26日に日降水量65.5mmの降雨  
左:緩傾斜区 右:均平区 両区で停滞水発生



写真6 緩傾斜区:外葉萎れが蔓延(7月10日)  
(6月30日に外葉萎れ初発)



写真7 収穫株の根腐れ症状 右:均平区;茎黒変  
左:緩傾斜区;根褐変、白根の発生少



写真8 収穫時の結球部の大きさ  
左:緩傾斜区 右:均平区