

自走式ハーベスタによる収穫に適するヤマトイモの高畝栽培法

田村 創・草川知行

キーワード：ヤマトイモ，高畝栽培，自走式ハーベスタ

I 緒 言

国内で栽培されているヤマノイモ属作物は、主にヤマノイモ *Dioscorea polystachya* Turcz., ジネンジョ *Dioscorea japonica* Thunb., ダイジョ *Dioscorea alata* L. であるが、ヤマノイモの一種である平型のイチョウイモ群を関東地方では「ヤマトイモ」と呼んでいる。本県のヤマノイモの産出額は全国第4位、作付面積は505ha (千葉県, 2019年) であるが、その大半をヤマトイモが占めている。主な栽培地域は、芋類、根菜類の栽培が盛んな県北部の火山灰土地帯で、同地域の主要品目の一つとなっている。

しかし、近年は生産者の高齢化、後継者不足による生産力の低下が顕著である。そのため、ヤマトイモの作付面積は年々減少しており、産地の維持のためには、1戸当たりの経営面積の拡大が必要であるが、ヤマトイモでは、同地域の主力品目であるサツマイモ *Ipomoea batatas* (L.) Poir. に比べると、収穫作業の省力化が遅れており、このことが経営規模拡大の主要な阻害要因となっている。ヤマトイモは浅根性で、乾燥により芋の品質が劣化しやすく (江原, 1977), 高温によっても形状が乱れやすいとされる。そのため、ヤマトイモでは無マルチの平畝栽培が一般的で、種芋を5~10cm程度の深さの植え溝に植え付け、新芋周囲の乾燥防止等を目的として萌芽後に培土を1回行う方法が採られている。また、灌水による収量及び外観品質の向上効果が高いとされ、夏季の乾燥時には、灌水が広く行われている。平畝栽培では、通路面を基準とした芋の着生位置が低いことから、収穫では、専用のブラウにより芋を周囲の土ごと浮かせ、土中の芋を手作業で収集する方法が採られている。この方法では、芋を傷つけずに収穫できるが、作業者の労力負担は大きい。一方、サツマイモは深根性で、比較的高温を好み、乾燥に耐えることから、黒色ポリフィルム被覆の単条高畝栽培が行われており、通路面を基準とした芋の着生位置が高い。そのため、収穫に適する深さが比較的浅い自走

式ハーベスタが普及しており、掘り取られた芋がコンベアにより作業者の手元に運ばれるため効率的で作業者の負担は小さい。

そこで、ヤマトイモの収穫に自走式ハーベスタを活用できれば、収穫作業の効率化、省力化が可能となり、経営規模の拡大につながると考えた。本研究では、芋の着生位置が従来の平畝栽培と比べて高くなる高畝栽培における収量及び品質の向上技術を明らかにすることを目的とした試験を実施し、一定の成果が得られたので報告する。

マルチを用いた高畝栽培では、慣行の平畝栽培に比べて畝内が高温・乾燥条件になりやすいと考えられ、それに伴い下物に分類される形状不良の芋が増加することが予想された。よって、試験1及び試験2で、サツマイモの慣行形状の高畝栽培において、ヤマトイモに好適なマルチの種類及び品種・系統を明らかにすることとした。また、高畝の形状、鎮圧程度により畝内の環境に差異が生じると考えられたため、試験3では、試験1及び試験2で選定した条件を前提とし、サツマイモ慣行形状の高畝と成形時により強く鎮圧した高畝による栽培を比較した。芋の生育、収量及び品質に加え、自走式ハーベスタ収穫による損傷発生について調査した。試験3において芋の長さが自走式ハーベスタによる損傷発生に影響を及ぼすと考えられたことから、試験4では、試験3で収量性が優れた高畝栽培法を基に、芋の短形化を目的として窒素施肥量の減肥、小種芋の利用及び密植を組み合わせた試験区を設定し、自走式ハーベスタ収穫による損傷の軽減を試みた。

II 材料及び方法

後述するいずれの試験も、千葉県農林総合研究センター畑地利用研究室の露地圃場 (香取市, 腐植質普通黒ボク土) で実施した。

1. 高畝栽培に適するマルチの選定 (試験1)

供試系統は「デブ系」とした。施肥は、ヤマトイモの慣行平畝栽培に準じ、窒素、リン酸、加里を基肥として10a当たり各15kg, 追肥として各6kg施用した。高畝形状はサツマイモの慣行栽培と同様に高さ27cm程度のかまぼこ型とした。試験区として白黒ポリフィルム (幅95cm, 厚

2019年8月8日受領 (Received August 8, 2019)
2020年2月9日登載決定 (Accepted February 9, 2020)
本報告の一部は、2018年度園芸学会秋季大会において発表した。

さ0.02mm, 大倉工業社製)で被覆した白黒区及びサツマイモ慣行の黒ポリフィルム(幅95cm, 厚さ0.02mm, 三共社製)で被覆した黒区を設置した。サツマイモ慣行の高畝成形機, 自走式ハーベスタのいずれも走行スペースとして畝間90cm以上が必要であるため, 畝間90cm, 株間25cmとした。植え付けは2017年5月29日に, 重さ60gに調製した切種芋を植え付け器「ホーラー」(H70P, サンエー社製)で, 畝頂部を基準に種芋下部の深さが10cmとなるよう行った。

収穫調査は地上部が完全に枯死した後, 2018年1月に行った。調査項目は, 芋の重量, 形状及び障害発生程度とした。等級は, 千葉県園芸作物出荷規格に準じて評価し, 200g以上で外観品質が優れる芋を「上」, 150g以上で外観品質の劣る芋または150g以上200g未満で外観品質が優れる芋を「下」, 150g以下または外観品質が著しく劣り, 商品性のない芋を「外」とした。横ひだは, 発生指数を0(無)~5(甚)の6段階で判定し, 次式により発生程度を算出した。

発生程度 = $\Sigma(\text{発生指数} \times \text{株数}) / (5 \times \text{調査株数}) \times 100$
 分岐は, 発生指数を0(なし), 1(1か所), 2(2か所), 3(3か所以上)とし, その平均値を発生程度とした。調査規模は, 1区10株, 2反復とした。

2. 高畝栽培に適する品種・系統の選定(試験2)

施肥及び高畝栽培の畝間・株間は試験1と同様, 被覆資材は試験1の白黒区と同様の白黒ポリフィルムとした。供試品種・系統は「デブ系」, 「棒系」, 「ふさおうぎ」及び「千系53-16」とした。植え付けは, 2016年4月26日に試験1と同様の方法で行った。灌水はいずれの試験区も実施しなかった。収穫調査は地上部が完全に枯死した後, 2017年1月に行った。調査項目は, 芋の重量, 形状及び障害発生程度とし, 等級及び横ひだは試験1と同様の方法で調査した。調査規模は1区14株, 3反復とした。

3. 畝形状及び鎮圧程度がヤマトイモの収量性及び自走式ハーベスタ収穫による損傷発生に及ぼす影響(試験3)

試験は2016年度及び2017年度の2か年において実施した。供試系統は「デブ系」, 施肥は試験1と同様とした。

試験区は高畝弱鎮圧区, 高畝強鎮圧区, 平畝区の3区とした。高畝弱鎮圧区は, サツマイモ慣行の高畝成形機で畝を成形すると同時に, サツマイモ慣行と同様に高畝成形機付属のかまぼこ形鎮圧ローラーを用いて鎮圧した。高畝強鎮圧区は, かまぼこ形鎮圧ローラーを平形のローラーに替え, 取り付け位置を低くすることで, サツマイモ慣行と比べて畝を強く鎮圧した。高畝強鎮圧区は鎮圧により高畝弱鎮圧区に比べて3cm程度低い形状となった(第1図)。高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区は試験1の白黒区と同様の白黒ポリフィルムで被覆を行った。植え付けは, 2016年4月26日, 2017年5月9日に, 高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区は試験1と同様の方法で行った。平畝区は深さ10cm程度の植え溝に種芋を置床した。畝間は, 高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区が90cm, 平畝区が慣行の70cmとし, 株間はいずれの試験区も25cmとした。そのため, 10a当たりの栽植株数は, 高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区が4,440株で, 平畝区の5,710株に比べて疎植となった。平畝区は出芽後に10cmの高さに培土した。灌水は, 2016年度は実施せず, 2017年度は7月10日にすべての試験区に10mm行った。

芋の生育調査は, 2016年7月12日, 8月4日, 8月24日に行った。調査項目は, 芋の重量, 形状, 横ひだ・裂開症状とし, 横ひだ・裂開症状は発生指数を0(無)~5(甚)の6段階で判定し, 次式により発生程度を算出した。

発生程度 = $\Sigma(\text{発生指数} \times \text{株数}) / (5 \times \text{調査株数}) \times 100$
 調査規模は1区14株, 3反復とした。

収穫調査は, 地上部が完全に枯死した後, 2017年, 2018年のいずれも1月に行い, 調査項目は試験1と同様とした。調査規模は1区14株, 3反復とした。2017年度は自走式ハーベスタ「ポテカルゴ」(GH652, 松山社製)を用い, 収穫で生じる芋の損傷を調査した。掘り取り深さは, 通路面を基準として12cmとした。直径3mm以上または2か所以上の傷が認められる芋について発生要因別に, コンベアベルトによる表皮部分の“擦り傷”, 掘り取り刃による芋内部に及ぶ“切断”の発生率を調査した。調査規模は1区12株, 3反復とした。

また, 生育中の地温を, 種芋の植付け深さに相当する



第1図 高畝弱鎮圧区, 高畝強鎮圧区及び平畝区の畝形状及び種芋の植付け位置
 注) 高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区は植え付け直後の状態, 平畝区は植え付け直後及び培土直後の状態。

深度として、高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区においては畝頂上、平畝区においては培土前の畝頂上を基準にいずれも10cmの深さで測定した（THERMO RECORDER RT-12, ESPEC社製）。さらに、土壌水分張力を、高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区においては畝頂上、平畝区においては培土前の畝頂上を基準にいずれも15cmの深さで測定した（pFメータDIK-8333, 大起理化工業社製）。

4. 高畝栽培における窒素施肥量、栽植密度及び種芋の大きさが自走式ハーベスタ収穫による芋の損傷発生に及ぼす影響（試験4）

供試系統は「デブ系」とした。試験区は、畝形状、窒素施肥量、栽植密度及び種芋の大きさが異なる高畝N10小種区、高畝N10密植区、高畝N10区、高畝N21区、平畝区を設定した（第1表）。

畝形状及び鎮圧程度は、高畝 N10 小種区、高畝 N10 密植区、高畝 N10 区及び高畝 N21 区が試験 3 の高畝強鎮圧区と、平畝区が試験 3 の平畝区と同様とした。窒素施肥は、高畝 N21 区及び平畝区においては慣行量の 10a 当たり基肥 15kg、追肥 6kg の計 21kg とし、高畝 N10 小種区、高畝 N10 密植区及び高畝 N10 区では減肥し、全量基肥施用で 10a 当たり 10kg とした。リン酸及び加里施肥は、いずれの試験区も 10a 当たり 21kg の慣行量とした。設定した窒素施肥量に合わせて CDU 化成 555 (N: 15%, P₂O₅: 15%, K₂O: 15%) で施用し、リン酸及び加里の不足量を過リン酸石灰 (P₂O₅: 17.5%) 及び硫酸加里 (K₂O: 50%) で施用した。施肥は、基肥を 2018 年 4 月 27 日、追肥を 7 月 9 日及び 8 月 6 日の 2 回に分けて半量ずつ行い、いずれも全面施用とした。畝間は、試験 3 と

同様に高畝区がいずれも 90cm、平畝区が 70cm とし、株間は、高畝 N10 密植区が 20cm、その他の試験区が 25cm とした。種芋の調製重は、高畝 N10 小種区を 40g、その他の試験区をいずれも 60g とした。10a 当たり栽植株数は、高畝 N10 小種区、高畝 N10 区及び高畝 N21 区が 4,440 株で、高畝 N10 密植区の 5,560 株、平畝区の 5,710 株に比べて疎植となった。

植え付けは試験3と同様の方法で5月11日に行った。いずれの試験区も7月18日に20mm灌水した。収穫調査は2019年1月に、試験3と同様の方法、調査規模で行った。機械収穫による芋の損傷については、高畝区を試験3の2017年度試験と同様に自走式ハーベスタで収穫、平畝区をプラウで収穫して調査した。調査規模は1区20株の2反復とした。

III 結 果

1. 高培に適するマルチの選定（試験1）

ヤマトイモの高畝栽培におけるマルチの種類が収量性に及ぼす影響を第2表に示した。10a 当たり総芋重は、白黒区の 2,232kg に対し、黒区が 1,189kg、10a 当たり上芋重は、白黒区の 395kg に対し、黒区が 199kg で、いずれも白黒区が黒区に比べて重かった。

芋の形状は、芋が横に広がる平・扇型の発生率が白黒区では 30%であったのに対し、黒区では 62%と多かった。ヤマトイモの主要障害である横ひだの発生程度は、白黒区の 53 に比べて黒区が 61 でやや大きかった。

第1表 高畝強鎮圧栽培における自走式ハーベスタ収穫時の損傷軽減対策
試験で設けた各試験区の畝形状、窒素施肥量、種芋重、栽植株数

試験区	畝形状	窒素施肥量 (kg/10a)	種芋重 (g)	畝間 (cm)	株間 (cm)	栽植株数 (株/10a)
高畝N10小種	高畝（強鎮圧）	10	40	90	25	4,440
高畝N10密植	高畝（強鎮圧）	10	60	90	20	5,560
高畝N10 対)高畝N21 慣)平畝	高畝（強鎮圧） 平畝	21 21	60 60	90 70	25 25	4,440 5,710

第2表 高畝栽培におけるマルチの種類が収量に及ぼす影響（2017年度）

試験区	総芋重 (kg/10a)	等級別芋重 (kg/10a)			形状 (%)			横ひだ 発生程度 (0~100)	分岐 発生程度 (1~3)	障害 (%)			
		上	下	外	棒 バチ	平 扇	その他			赤 色	褐 色	薄 い	うね り
白黒	2,232	395	923	915	70	30	0	53	1.3	0	0	0	0
黒	1,189	199	265	725	32	62	6	61	1.1	0	0	4	0

注1) 1区10株調査, 2反復。

2) 等級「上」: 200g以上, 商品性が優れる, 「下」: 150g以上, 商品性が劣る, 「外」: 150g以下又は商品性無し。

3) 横ひだ発生程度は, 発生指数を0(無)~5(甚)の6段階で判定し, 次式により算出した。

$$\text{発生程度} = \frac{\sum(\text{発生指数} \times \text{株数})}{(5 \times \text{調査株数})} \times 100$$

4) 分岐発生程度は, 発生指数を0(無し), 1(1か所), 2(2か所), 3(3か所以上)とした平均値。

第3表 高畝栽培における品種・系統の違いが収量及び芋形状に及ぼす影響 (2016年度)

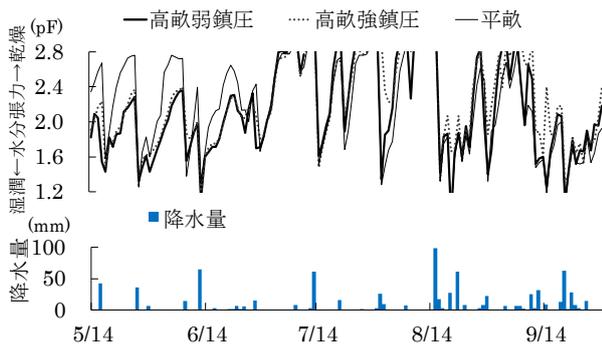
品種・系統	総芋重 (kg/10a)	等級別芋重 (kg/10a)			形状 (%)			長さ (mm)	幅 (mm)	長幅比 (長/幅)	分岐 (本/株)	横ひだ発生程度 (0~100)	障害 (%)	
		上	下	外	棒	平	その他						赤	褐
デブ棒	2,249	819	1,063	367	81	14	7	194 b	79 b	3.0 a	0.9	43	0	2
ふさおうぎ	2,213	653	1,081	478	64	31	5	236 a	90 b	3.3 a	0.7	30	2	3
千系53-16	2,237	253	1,032	952	21	79	0	212 ab	141 a	1.6 b	1.3	42	1	5
千系53-16	2,234	365	1,090	779	24	76	0	203 b	143 a	1.8 b	1.5	23	1	5
分散分析	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns

注1)1区14株調査, 3反復.

2)等級, 横ひだ発生程度は第2表と同様.

3)分散分析は**が1%水準, *が5%水準で有意差有り, nsは有意差無しを示す.

4)同じ列の数値に付した同一のアルファベットは5%水準で有意差がないことを示す (Tukey法).



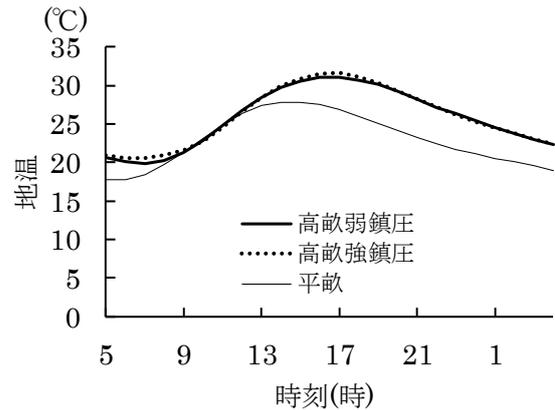
第2図 畝形状別土壤水分張力の推移及び降水量 (2016年度)

注1)測定位置はいずれの試験区も畝の中央, 種芋の植え付け深さを基準に5cm下 (高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区においては畝頂上, 平畝区においては培土前の畝頂上を基準にいずれも深さ15cm).

2)計測は1日1回午前9時に行った.

2. 高畝栽培に適する品種・系統の選定 (試験2)

ヤマトイモの高畝栽培における品種・系統の違いが収量及び芋の形状に及ぼす影響を第3表に示した。10a当たり総芋重は, 品種・系統間に有意差は認められず, 同程度であった。10a当たり上芋重は, 有意差が認められなかったが, 「デブ系」が819kg, 「棒系」が653kgで, 「千系53-16」の365kg, 「ふさおうぎ」の253kgに比べて重い傾向であった。芋の長さは「デブ系」が194mm, 「千系53-16」が203mmで, 「棒系」の236mmに比べて有意に短かった。芋の長幅比は, 「千系53-16」が1.8, 「ふさおうぎ」が1.6で, 「デブ系」の3.0, 「棒系」の3.3に比べて有意に小さく, 横に広がる形状の芋が多かった。分岐数には有意差が認められなかったが, 「デブ系」の0.9本/株, 「棒系」の0.7本/株に対し, 「千系53-16」で1.5本/株, 「ふさおうぎ」で1.3本/株と多い傾向であった。横ひだの発生程度は, 有意差が認められなかったが, 「デブ系」が43, 「ふさおうぎ」が42で「棒系」の30, 「千系53-16」の23に比べて大きい傾向であった。



第3図 畝形状, 鎮圧程度別の地温の推移 (2017年5月21~22日, 晴天日)

注)測定位置は畝の中央, 種芋の植え付け深さに相当する深度 (高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区においては畝頂上, 平畝区においては培土前の畝頂上を基準にいずれも深さ10cm).

3. 畝形状及び鎮圧程度がヤマトイモの収量性と自走式ハーベスタ収穫による損傷発生に及ぼす影響 (試験3)

畝形状及び鎮圧程度別の畝内土壤水分張力, 降水量を第2図に, 畝内地温の典型的な日変化を第3図に示した。

種芋下5cmの土壤水分張力は, 5~6月の間, 高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区で変動が少なく, pF2.4以下の適湿~湿潤で安定して推移したが, 平畝区では高畝とした2つの区に比べて変動が大きく, pF2.6以上の乾燥期間が長かった。7~8月はいずれの畝形状でも変動が非常に大きく, pF2.6以上の乾燥期間が長い傾向で, 畝形状間に明確な差は認められなかった。種芋の植え付け深さで測定した畝内地温は, 高畝強鎮圧, 高畝弱鎮圧区で慣行の平畝区に比べて高かったが, 鎮圧程度による差は見られなかった。

畝形状及び鎮圧程度の違いが芋の生育に及ぼす影響を第4表に示した。調査は生育日数77日(7月12日), 100日(8月4日)及び120日(8月24日)の3回実施した。株当たり芋重は, いずれの生育日数でも高畝弱鎮

第4表 畝形状及び鎮圧程度の違いが芋の生育に及ぼす影響 (2016年度)

生育 日数	試験区	株当たり 芋重 (g)	対慣行比 (%)	10a当たり 芋重(kg/10a)	長さ (mm)	幅 (mm)	長幅比 (長/幅)	裂開・横ひだ 発生程度 (0~100)	分岐	
									(株/本)	(%)
77日	高畝弱鎮圧	4	223	16	27	-	-	0	-	0
	高畝強鎮圧	5	286	21	32	-	-	0	-	4
	慣)平畝	2	100	9	17	-	-	0	-	2
100日	高畝弱鎮圧	26	233	116	55	28	1.9	12	0.17	-
	高畝強鎮圧	32	282	141	61	34	1.8	18	0.17	-
	慣)平畝	11	100	64	36	22	1.5	11	0.17	-
120日	高畝弱鎮圧	177	166	786	97	59	1.7	40	0.31	-
	高畝強鎮圧	166	156	737	113	56	2.1	27	0.08	-
	慣)平畝	107	100	609	83	53	1.6	42	0.33	-

注1) 植付け日は2016年4月26日、調査日は、生育日数77日が7月12日、同100日が8月4日、同120日が8月24日。

2) 1区14株調査、3反復。

3) 裂開・横ひだ発生程度は、発生指数を0(無)~6(甚)の6段階で判定し、次式により算出した。

$$\text{発生程度} = \Sigma(\text{発生指数} \times \text{株数}) / (5 \times \text{調査株数}) \times 100$$

第5表 畝形状及び鎮圧程度の違いが収量及び芋形状に及ぼす影響 (2016, 2017年度)

試験 年度	試験区	総芋重 (kg/10a)	等級別芋重 (kg/10a)			株当 り芋重 (g)	長さ (mm)	幅 (mm)	長幅比 (長/幅)	分岐 発生 程度 (0~3)	横ひだ 発生 程度 (0~100)	障害(%)			
			上	下	外							赤 色	褐 色	薄 い	う ねり
2016	高畝弱鎮圧	2,452	441	1,208	803	552 ab	191 b	86	2.4 ab	0.9	58	1	4	-	-
	高畝強鎮圧	2,731	536	1,432	763	627 a	220 a	87	2.8 a	1.1	54	0	3	-	-
	慣)平畝	2,105	552	994	559	368 b	153 c	73	2.3 b	0.7	62	4	5	-	-
分散分析		ns	ns	ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	-	-
2017	高畝弱鎮圧	2,080	416	890	774	468	197 ab	84	2.7 b	1.2	53	0	7	10	7
	高畝強鎮圧	2,388	784	955	649	537	228 a	78	3.4 a	0.9	48	0	5	2	2
	慣)平畝	2,503	638	1,112	753	438	176 b	76	2.6 c	1.2	53	2	2	5	2
分散分析		ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注1) 1区14株調査、3反復。

2) 等級、分岐、横ひだの発生程度は第2表と同様。

3) 分散分析は*が5%水準で有意差有り、nsは有意差無しを示す。

4) 各試験年次において同じ列の数値に付した同一のアルファベットは5%水準で有意差がないことを示す (Tukey法)。

圧区及び高畝強鎮圧区が平畝区に比べて重く推移したが、特に生育日数77日及び100日では対慣行比223~286%で差が大きかった。芋の長さはいずれの生育日数においても、高畝強鎮圧区、高畝弱鎮圧区、平畝区の順に長かった。

畝形状及び鎮圧程度の違いが収量性及び芋形状に及ぼす影響について、2016年度及び2017年度に調査した結果を第5表に示した。10a当たり総芋重は、2016年度試験では、高畝弱鎮圧区が2,452kg、高畝強鎮圧区が2,731kg、平畝区が2,105kgで、高畝強鎮圧区で最も重く、2017年度試験では、高畝弱鎮圧区が2,080kg、高畝強鎮圧区が2,388kg、平畝区が2,503kgで、高畝強鎮圧区は高畝弱鎮圧区に比べて重く、平畝区と同程度であった。10a当たり上芋重は、2016年度試験では、高畝弱鎮圧区が441kg、高畝強鎮圧区が536kg、平畝区が552kgで、高畝強鎮圧区及び平畝区が高畝弱鎮圧区に比べて重く、2017年度試験では、高畝弱鎮圧区が416kg、高畝強鎮圧区が784kg、平畝区が638kgで、高畝強鎮圧区が最

も重かった。10a当たり総芋重及び上芋重は、いずれの年度においても試験区間に有意差は認められなかったが、高畝強鎮圧区で安定して重かった。

株当たり芋重の2か年の調査結果は、高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区が468~627gで、平畝区の368~438gに比べて重く、2016年度は高畝強鎮圧区が平畝区に比べて有意に重かった。芋の長さは、2か年の試験において高畝強鎮圧区が220~228mm、高畝弱鎮圧区が191~197mm、平畝区が153~176mmで、いずれの年次も高畝強鎮圧区が最も長かった。分岐発生程度、横ひだ発生程度及び障害の発生率は、2か年の調査でいずれの調査項目においても試験区間に有意差は認められなかったが、2017年度試験において、“薄い”芋、“うねり”の生じる芋の発生が高畝強鎮圧区及び平畝区に比べて高畝弱鎮圧区で多い傾向であった。

畝形状の違いと自走式ハーベスタ収穫による損傷発生との関係を第6表に示した。コンベアベルトによる擦り傷の発生率には有意差は認められなかったが、高畝強鎮

圧区が12%で高畝弱鎮圧区の8%、平畝区の4%に比べて高い傾向であった。また、収穫作業時に、芋が長いほどコンベアベルト上で芋が安定せず転がる様子が観察された。掘り取り刃により切断された芋の発生率は、高畝弱鎮圧区が7%、高畝強鎮圧区が27%、平畝区が43%で、有意差は認められなかったが、高畝強鎮圧区が高畝弱鎮圧区に比べて高い傾向であった。

4. ヤマトイモの高畝強鎮圧栽培における自走式ハーベスタ収穫時の損傷軽減対策(試験4)

高畝強鎮圧栽培における窒素施肥量の減肥に小種芋の利用または密植を組み合わせた各栽培条件が収量及び芋の形状に及ぼす影響を第7表に示した。

10a 当たり総芋重は、平畝区の2,441kg に比べて高畝

第6表 畝形状の違いが自走式ハーベスタ収穫による損傷発生に及ぼす影響(2017年度)

試験区	損傷発生率(%)	
	擦り傷 (コンベアベルト)	切断 (掘り取り刃)
高畝弱鎮圧	8	7
高畝強鎮圧	12	27
慣)平畝	4	43
分散分析	ns	ns

注1)1区12株調査, 3反復の平均値。

2)統計処理は角変換した後に行った。

3)nsは分散分析により5%水準で有意差がないことを示す。

N10 密植区が2,376kg と同程度で有意差は認められなかったが、高畝 N10 小種区、高畝 N21 区、高畝 N10 区は1,814~1,975kg で有意に軽かった。10a 当たり上芋重は、平畝区の1,038kg に比べて高畝 N10 小種区、高畝 N10 密植区及び高畝 N21 区が902~1,111kg で同程度、高畝 N10 区が374kg で軽かったが、有意差は認められなかった。

芋の長さは、高畝 N21 区の180mm に比べて減肥した各区で短い傾向で、その中でも、高畝 N10 密植区が155mm で最も短く、有意差が認められた。

横ひだの発生程度には有意差は認められなかったが、高畝 N10 区が37 で高畝 N21 区の30 に比べてやや大きく、高畝 N10 小種区は27、高畝 N10 密植区は29 と、高畝 N21 区と同程度であった。

強鎮圧とした高畝栽培における窒素施肥量の減肥に小種芋の利用または密植を組み合わせた各栽培条件が自走式ハーベスタ収穫による損傷発生に及ぼす影響を第8表に示した。自走式ハーベスタのコンベアベルトとの接触による擦り傷の発生率は、高畝 N21 区が23%、高畝 N10 小種区が18%、高畝 N10 密植区が8%で、芋が長い試験区ほど擦り傷の発生が多い傾向が認められた。掘り取り刃による切断芋の発生率は、いずれの試験区も0~3%と低かった。平畝区は、ブラウをトラクタでけん引する慣行法で収穫したが、擦り傷及び切断のいずれも発生しなかった。

第7表 高畝栽培における施肥量、栽植密度、種芋の大きさが収量及び芋形状に及ぼす影響(2018年度)

試験区	総芋重 (kg/10a)	等級別芋重(kg/10a)			長さ (mm)	幅 (mm)	長幅 比 (長/幅)	横ひだ 発生程度 (0~100)	分岐 発生程度 (0~3)	障害(%)				
		上	下	外						赤色	褐色	薄 い	うね り	
高畝 (強鎮圧)	N10小種	1,814 c	902	658	253	163 ab	73	2.5	27	0.7	0	19 ab	0	0
	N10密植	2,376 ab	1,111	744	521	155 b	71	2.5	29	0.9	5	17 ab	0	0
	N10	1,975 bc	374	1,045	556	160 ab	81	2.1	37	1.0	10	36 a	2	0
	N21	1,818 c	1,053	602	163	180 a	70	2.7	30	0.9	0	5 b	0	0
慣)平畝		2,441 a	1,038	998	405	170 ab	71	2.5	36	0.9	2	21 ab	0	0
分散分析		*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

注1)1区14株調査, 3反復。

2)等級、横ひだ発生程度、分岐発生程度は第2表と同様。

3)横ひだ発生程度、分岐発生程度及び障害発生率は角変換した後に統計処理した。

4)分散分析は*が5%水準で有意差有り、nsは有意差無しを示す。

5)同じ列の数値に付した同一のアルファベットは5%水準で有意差がないことを示す(Tukey法)。

第8表 高畝栽培における施肥量、栽植方法が自走式ハーベスタ収穫による損傷発生に及ぼす影響(2018年度)

試験区	栽植方法	損傷発生率(%)	
		擦り傷 (コンベア ベルト)	切断 (掘り取り 刃)
高畝 (強鎮圧)	N10小種	18	3
	N10密植	8	0
	N21	23	0
慣)平畝	ブラウ	0	0

注)1区14株調査, 2反復。

IV 考察

1. 高畝栽培に適するマルチの選定 (試験 1)

ヤマトイモの高畝栽培において、マルチの種類を比較したところ、黒ポリフィルムに比べて白黒ポリフィルムで芋の収量及び外観品質が優れた。また、黒ポリフィルムでは、芋が横に広がる平・扇型の発生率が高く、横ひだの発生程度もやや大きかった(第 2 表)。

サツマイモでは、高畝栽培において、白黒ポリフィルムに比べて黒ポリフィルムで畝内が高地温、乾燥状態になることが報告されており(猪野ら, 1986)、本試験のヤマトイモにおいても、白黒区に比べて黒区で畝内が高地温・乾燥状態となった可能性が高いと考えられる。本試験では黒区に比べて白黒区でヤマトイモの総芋重が重かったことから、一般的に黒ポリフィルムが利用されるサツマイモに比べて、ヤマトイモの芋の肥大に適する畝内環境は、低地温、湿潤条件であることが示唆された。

外観品質についても、平・扇型形状は高温年に多発する傾向があり、横ひだは、土壌の長期間の乾燥や乾燥後の湿潤条件で発生するとされている(江原, 1977)。本試験においても白黒区に比べて黒区で平・扇型、横ひだの入った芋が多発したことから、畝内の高地温、乾燥条件により芋の外観品質が低下することが示唆された。

以上のことから、高畝栽培のマルチに用いるポリフィルムの種類は白黒ポリフィルムが適すると考えられた。

2. 高畝栽培に適する品種・系統の選定 (試験 2)

ヤマトイモでは、品種・系統、栽培条件、気象等の要因により芋の形状が著しく横に広がると、調理適性及び加工適性のいずれも低下する。慣行の平畝栽培では、岩佐ら(2002)の報告や一般栽培における傾向から、本試験で供試した 4 品種・系統の中では、「ふさおうぎ」、「千系 53-16」、「デブ系」、「棒系」の順に芋の形状が横に広がりやすいと考えられる。

高畝栽培において品種・系統の収量性を比較した結果、総芋重はどの品種・系統とも同程度であったが、上芋重は「千系 53-16」及び「ふさおうぎ」に比べて「デブ系」及び「棒系」が多かった(第 3 表)。「千系 53-16」及び「ふさおうぎ」は、「デブ系」及び「棒系」と比較して芋形状の横の広がりが著しく、加えて分岐も多いため、加工・調理における歩留まりが悪いと評価した。

「デブ系」と「棒系」の比較では、横ひだの発生程度は「デブ系」が「棒系」と比べて大きかったが、芋の長さは「デブ系」が 194mm で、「棒系」の 236mm に比べて短いことから、芋下端の到達深度が浅く、自走式ハーベスタ収穫時に掘り取り刃による切断リスクが低いと考えられた。以上のことから、高畝栽培に適する品種・

系統として、収量・品質に優れ、自走式ハーベスタによる収穫適性が高いと考えられた「デブ系」を選定した。

3. 畝形状及び鎮圧程度がヤマトイモの収量性、自走式ハーベスタ収穫による損傷発生に及ぼす影響

(試験 3)

試験 1 及び試験 2 で選定した白黒ポリフィルム、系統「デブ系」を用いて、サツマイモ慣行形状の高畝と成形時により強く鎮圧した高畝による栽培、慣行の平畝栽培を比較した。

畝形状及び鎮圧程度の違いと芋の生育の関係については、生育日数 77 日(7 月 12 日)、100 日(8 月 4 日)、120 日(8 月 24 日)のいずれにおいても、高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区が平畝区に比べて株当たり芋重が重く推移し、特に生育日数 77 日及び 100 日で差が大きかった(第 4 表)。この要因として、平畝区に比べて高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区で、5~6 月に畝内が乾燥せず土壌水分条件が安定していたため(第 2 図)、初期生育が促進されたと考えられた。また、ヤマトイモの芋の生育は、10~25℃の範囲では、地温が高いほど早まる(吉田・金浜, 1999)とされ、地温が比較的低い 5~6 月においては、高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区の高地温条件により(第 3 図)、新芋の生育が早まった可能性が考えられた。一方、畝間に起因する栽植密度の違いが新芋の生育に影響した可能性も考慮する必要がある。しかし、生育の初期段階において新芋の生育に与える影響が大きいと考えられる株間は各試験区ともに 25cm で同一であること、茎葉及び根系の生育量が少なく密度効果が最も小さいと考えられる生育日数 77 日において株当たり芋重の試験区間差が大きかったことから、畝内の土壌水分環境及び地温が芋の初期生育に与えた影響は、栽植密度の影響と比べて大きいと考えられた。

芋の長さは、いずれの生育日数においても、高畝強鎮圧区、高畝弱鎮圧区、平畝区の順に長かった。高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区と平畝区の差異については、株当たり芋重と同様に生育初期の畝内環境が平畝区に比べて高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区において好適で、芋の生育を促進したことが要因と考えられる。一方、高畝弱鎮圧区と高畝強鎮圧区との間における鎮圧程度による差異については、鎮圧による畝内環境の変化が要因として想定されたものの、本試験における調査では畝内地温、土壌水分の変化が認められず、要因は不明であった。

畝形状及び鎮圧程度の違いと収量性及び芋形状との関係について、10a 当たり総芋重及び上芋重には有意差は認められなかったものの、2016 年度、2017 年度のいずれも高畝強鎮圧区で安定して高く(第 5 表)、特に高畝弱鎮圧区との比較においては優位であると考えられた。高畝弱鎮圧区では、高畝強鎮圧区及び平畝区に比べて“薄

い”芋，“うねり”を生じる芋が多い傾向であり，平畝区に比べて高畝弱鎮圧区で芋の外観品質が低下した要因の一つとして畝内の高温・乾燥が考えられた。

株当たり芋重は，高畝弱鎮圧区及び高畝強鎮圧区が平畝区に比べて重く，芋の長さは，高畝強鎮圧区，高畝弱鎮圧区，平畝区の順に長い傾向がいずれの調査年次でも認められた。

以上，2か年の試験において高畝強鎮圧区の収量及び品質は高畝弱鎮圧区に比べて安定して高く，平畝区との比較でも同等以上であると考えられた。

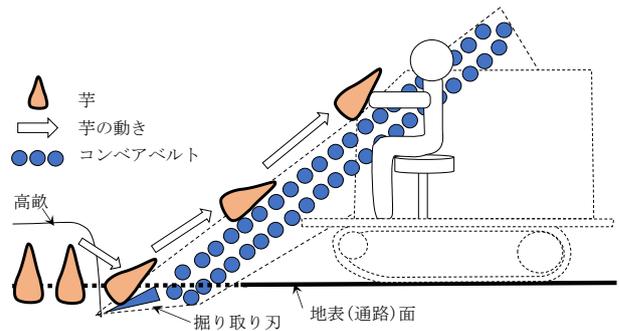
畝形状の違いと自走式ハーベスタ収穫による損傷発生について，第4図に，高畝栽培における収穫時の自走式ハーベスタ，畝及び芋の位置関係を示した。芋の擦り傷は，収穫作業時の観察により，芋とコンベアベルトの接触により発生し，芋が長いほどコンベアベルト上で芋が安定せず転がりやすく，傷がつきやすいと考えられた。擦り傷の発生率は，高畝弱鎮圧区が8%，高畝強鎮圧区が12%，平畝区が4%であり（第6表），収穫調査において芋が最も長かった高畝強鎮圧区で発生が多かった。芋の切断は，掘り取り刃よりも芋が深く伸長した場合に発生し，通路面を基準とした種芋の植付け深さ及び着生した芋の長さの両方が要因となると考えられる。本試験において切断芋の発生率は，高畝弱鎮圧区が7%，高畝強鎮圧区が27%，平畝区が43%であったが，高畝弱鎮圧区に比べて高畝強鎮圧区で発生が多かった要因として，鎮圧により種芋の植え付け位置が3cm程度低いことに加え，芋の形状が長いことが主な要因となっていると考えられた。以上から，芋の損傷は，擦り傷及び切断のいずれも，芋が長いと発生が多くなると考えられた。

4. ヤマトイモの高畝強鎮圧栽培における自走式ハーベスタ収穫時の損傷軽減対策（試験4）

試験3で収量性が優れた高畝強鎮圧区を基に，自走式ハーベスタ収穫による損傷を軽減するため，窒素施肥量の減肥，小種芋の利用，密植を組み合わせた試験区を設置し，芋の短形化に及ぼす効果を調べたところ，10a当たり総芋重及び上芋重のいずれも，高畝N10密植区が平畝区と同程度で，その他の高畝区に比べて同等から重い傾向であった（第7表）。

芋の長さは，窒素施肥量を減肥した各試験区で高畝N21区に比べて短く，窒素施用量の減肥が短形化に及ぼす効果が認められた。また，減肥区間の比較においては，高畝N10密植区で芋が最も短く，芋の短形化には，窒素施用量の減肥に加え，密植を組み合わせるとより効果的であると考えられた。

自走式ハーベスタ収穫による損傷発生について調査したところ，コンベアベルトによる擦り傷は，高畝区の中で芋が短い試験区ほど発生が少なく，芋の短形化が擦り



第4図 高畝栽培における収穫時の自走式ハーベスタ，畝及び芋の位置関係

傷発生の低減に有効であると考えられた。また，自走式ハーベスタの掘り取り刃よりも芋が深く伸長した場合に発生すると考えられる切断芋は，いずれの試験区においてもほとんど見られず，芋形状の短形化技術による切断低減効果は確認できなかった（第8表）。この要因として，2018年度は，7～8月の気温が平年に比べて高く，全体的に平年に比べて芋が横に広がりやすく短い傾向であったためと考えられた。しかしながら，芋先端の到達深度と芋の切断の発生率には相関関係があると考えられ，気候や圃場環境により芋が長く，芋の切断が発生しやすい条件においては，芋の短形化により切断の発生を低減できる可能性は高いと考えられる。

以上のように，強鎮圧とした高畝栽培を前提に，窒素施肥量を減肥し，密植とすることで，慣行の平畝栽培並みの高い収量性を確保しつつ，芋の形状を最も短くできた。それにより，自走式ハーベスタによる収穫時の擦り傷の発生を軽減できると考えられた。

5. まとめ

本試験では，ヤマトイモに適するサツマイモ慣行のかまぼこ型の単条高畝栽培法に用いるマルチとして，白黒ポリフィルム，品種・系統として「デブ系」を選定した。加えて，高畝の鎮圧程度を強くすることで，収量性を向上させることができた。

栽培条件を検証するにあたり，ヤマトイモは，慣行の平畝栽培において夏季の土壤乾燥時の灌水による収量性の向上効果が高いとされるため，高畝栽培においても灌水の量や頻度を多くする等の手法により収量性が改善する可能性は高いと想定された。一方で，産地における現状の設備では，灌水作業にかかる時間や労力負担により，慣行以上の灌水量及び頻度とすることは困難であると考えられた。そこで，本試験では，全試験区一律に，慣行に比べてやや少ない頻度及び量で灌水することを前提とし，収量及び外観品質の向上を試みた。その結果，マルチの種類と畝の鎮圧程度が高畝栽培における収量性に及ぼす影響は大きく，高畝形態の改良により，労力負担を増や

すことなく収量性を改善できる可能性が示された。今後、規模拡大及び省力化を見据えて高畝栽培法を改良するためには、不明な点が多く残されている高畝の特性及びヤマトイモの生育に好適な土壌条件を明らかにする必要があると考えられる。

自走式ハーベスタによる収穫適性については、高畝の鎮圧で収量性の向上効果が認められた一方で、芋の形状が長くなり、自走式ハーベスタ収穫時の芋の損傷が増加した。その対策として、窒素施肥量の減肥及び密植を試みたところ、収量性が確保され、かつ芋が短くなり、自走式ハーベスタ収穫時の損傷が軽減された。ただし、自走式ハーベスタによる収穫時の芋の損傷を完全に防ぐことは難しいと考えられた。

県内のヤマトイモ産地における主な出荷形態である青果用出荷では、貯蔵した芋を順次出荷する周年出荷体制がとられており、貯蔵中の芋の腐敗の原因となる収穫時の芋の損傷を発生させないことが望ましい。よって、本報告の高畝栽培技術を導入する際には、自走式ハーベスタによる収穫作業の省力・効率化の効果と、収穫した芋の腐敗による損失について検証する必要がある。一方、近年は、加工用生産も増加しており、この場合には収穫後に芋の貯蔵が行われなため、芋の腐敗による損失は生じにくい。このことから、本報告の高畝栽培技術は加工用生産における導入メリットが大きいと考えられる。

V 摘要

ヤマトイモの収穫作業を省力化するため、サツマイモ等で普及している自走式ハーベスタによる収穫に適した高畝栽培法を明らかにすることを試みた。

1. サツマイモ慣行形状の高畝栽培におけるマルチの比較では白黒マルチで品質が優れた。品種・系統の比較では、「デブ系」で品質が優れるとともに、芋が短く、自走式ハーベスタによる収穫の適性が高いと考えられた。
2. 畝形状の比較では、畝高をサツマイモ慣行の 27cm と

した高畝弱鎮圧区に比べて、畝成形時の鎮圧を強くし、畝高を 24cm 程度とした高畝強鎮圧区で収量及び品質が優れ、慣行の平畝区と同等以上であった。収穫された芋は、高畝強鎮圧区、高畝弱鎮圧区、平畝区の順に長かった。自走式ハーベスタ収穫による損傷発生は、平畝区、高畝強鎮圧区、高畝弱鎮圧区の順に多く、特にコンベアベルトによる擦り傷の発生は、高畝強鎮圧区で最も多かった。

3. 高畝を強鎮圧とし、さらに窒素施肥量を慣行平畝栽培の標準施肥量である 10a 当たり 25kg から 10kg に減肥し、株間を 20cm の密植とすることで、慣行の平畝栽培と同程度の収量性が確保され、短形化し、自走式ハーベスタ収穫の際のコンベアベルトによる損傷を軽減できることが明らかになった。

VI 引用文献

- 千葉県 (2019) IV 野菜の概要 3 品目別年次別作付面積; 4 平成 28 年産野菜の産出額全国順位と作付面積・出荷量 (千葉県). 千葉の園芸と農産. pp.84-87. 千葉県, 千葉.
- 江原敦郎 (1977) 一, ヤマトイモ栽培の予備知識 6, ヤマトイモ経営改善の方向 (4) 生育中の変形の防止; 二, 栽培の実際 8, 茎葉伸長最盛期と新イモ伸長期の管理 (3) 灌水. ヤマトイモ 食用栽培と種用栽培. 第 6 版. pp.40, 95. 農山漁村文化協会. 東京.
- 猪野 誠・篠原茂幸・深見正信・武田英之・屋敷隆士 (1986) カンショの立枯症状・かいよう症状等の異常症に対する白黒マルチの軽減効果. 千葉農試研報 27: 1-12.
- 岩佐博邦・深澤嘉人・松田隆志・鈴木一男 (2002) ヤマトイモ新系統「千系 53-16」の育成経過と特性. 千葉農総研研報 1: 91-96.
- 吉田康徳・金浜耕基 (1999) ‘イチョウイモ’の花穂と新芋の発育に及ぼす日長と温度の影響. 園学雑 68: 124-129.

High-Ridge Chinese Yam Cropping Suitable for Self-propelled Harvester

Sou TAMURA* and Tomoyuki KUSAKAWA

Key words: Chinese yam, high-ridge cropping, self-propelled harvester

Summary

High-ridge cropping of sweet potato allows the use of a self-propelled harvester able to reduce harvesting heavy labor. We grew Chinese yam by conventional low-ridge (LR) cropping, “weak-compression high ridge” (WC-HR) cropping (27 cm high, as used for sweet potato), and “strong-compression high ridge” (SC-HR) cropping (24 cm high).

1. We compared mulch materials and Chinese yam cultivars/lines in WC-HR cropping. Double-layered polyethylene mulch (white on top, black beneath) gave better tuber quality than black mulch. Comparison of four main cultivars/lines grown in Chiba Prefecture showed that ‘Debu’, with better tuber quality and shorter tubers, was well adapted to the use of a self-propelled harvester.
2. Yield and quality in SC-HR cropping are superior to that in WC-HR and the same as that in conventional LR. Tuber length was longest in SC-HR, followed by WC-HR and LR. Tuber injury during harvesting was greatest in LR, followed by SC-HR and WC-HR. Scratching caused by the conveyor belt was greatest in SC-HR.
3. In SC-HR cropping, decreasing nitrogen application from 21 kg to 10 kg/10a and planting at a 20-cm intra-row spacing gave the same yield as conventional LR, shorter tubers, and less scratching during harvesting by self-propelled harvester.

*Rice Paddy, Upland Farming and Horticulture Institute, Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center; 1285 One, Katori, Chiba 287-0026, Japan