

《資 料》

埼玉県の果樹栽培における新たな省力化技術の実証（第一報 機械導入）

鈴木智砂\*・小玉太郎\*・柴崎茜\*\*・山口凌士\*・入江尚彦\*\*\*・島田智人\*

Demonstration of new labor-saving technologies in fruit cultivation  
in Saitama Prefecture (Part 1. Introduction of machinery)

Chisa SUZUKI, Taro KODAMA, Akane SHIBASAKI, Ryouji YAMAGUCHI,  
Naohiko IRIE, and Tomohito SHIMADA

キーワード：果樹、省力化、自動草刈機、受粉機、光センサ選果機

果樹は面積あたり年間労働時間が他作物に比べ長く、特にナシは年間 389h/10a と、稲作の 40h/10a と比較し約 10 倍の労力を要する（農林水産省, 2018）。稲作は様々なスマート農業技術が実用化されている一方、果樹分野では依然として人手による作業が多く、受粉や摘果、せん定など、熟達した技術を要する作業も多い。

果樹分野における機械利用については、これまでトラクタやスピードスプレーヤ等広範に普及している機器の利用が中心であったが、近年、新たな機器の開発や実用化が進んでいる。

園地の下草管理について、従来の乗用草刈機等に対し、芝用自動草刈機の利用が検討されている（金井・好野, 2020）（Muhammad Z. H. *et al.*, 2020）が、報告後に上市された機種の実用性は明らかでない。

受粉作業について、複数の受粉器具が市販化されているが、結実性や花粉使用量への不安から、県内で機械受粉の実例は少ない。柱頭への花粉付着性の向上と花粉使用量の削減を目的に静電風圧

式受粉機が開発され、実用性が確認された（村上ら, 2020）（山根ら, 2023）。しかし開発試作機を用いての評価であり、後に上市された市販機とは花粉の繰り出し機構が異なることから、改めて市販機の実用性を検証する必要がある。

果実の糖度選果について、近赤外分光法による非破壊糖度測定は 30 年以上前から研究が行われており（Kawano S. *et al.*, 1992）、選果場での導入事例も以前から存在する（木村, 1998）。しかし、機械構造等の問題で導入は大規模設備に限られており、多くの生産者は卓上型非破壊糖度計等を購入し、選果作業後に別途糖度測定を行っている。近年、中規模選果機として透過型光センサ搭載連続選果機（以降「光センサ選果機」という。）が開発され、リンゴ等で利用されているが、ニホンナシへの適用性を検討した例はない。

本研究では、省力的かつ初心者にも取り組みやすい技術として機械導入を取り挙げ、自動草刈機、受粉機、光センサ選果機について、実用性、導入による省力効果および経済性を検証した。

本研究の一部は、園芸学会令和 6 年度春期大会(2024 年 3 月)に発表した。

\*果樹担当, \*\*果樹担当（現さいたま農林振興センター）, \*\*\*果樹担当（現春日部農林振興センター）

## 材料および方法

### 1 自動草刈機の省力効果の検証と経済性試算

2021年に自動草刈機を設置し、試験は2022年から2024年の3か年で実施した。自動草刈機は先行研究の報告後に上市されたW社製を用い、乗用草刈機(C社製)、手持ち刈払機(M社製)を対照とした。

久喜試験場内、ナシ平棚ほ場(20a, 長方形, 防災網設置, 一年生雑草および多年生イネ科雑草), およびジョイントV字トレリスほ場(10a, 長方形, 防災網設置, 一年生雑草および多年生イネ科雑草, 以降「JVほ場」という.)において、ほ場別の稼働可否および草刈りの所要時間、機体の操作およびメンテナンスに要する時間を調査した。同一ほ場において、平棚ほ場は乗用草刈機, JVほ場は乗用草刈機と手持ち刈払機の併用で除草し、作業時間を計測した。

また、以下の条件設定の下、機械導入による経済性を試算した。機械導入費用は、自動草刈機は久喜試験場購入価格を用い、乗用草刈機および手持ち刈払機はカタログを参照した。機械の稼働で使用する電気料金、ガソリン料金は2025年2月時点の埼玉県平均単価を用い、電力使用量およびガソリン使用量はカタログを参照した。除草期間は4月から9月の6か月間とし、自動草刈機は期間中12h/日で稼働(1h稼働し1h充電を繰り返す)、慣行の乗用草刈機および手持ち刈払機は2回/月の除草頻度とした。自動草刈機、乗用草刈機いずれも、機械メンテナンス作業2回/月を要するものとした。作業内容は自動草刈機では機体清掃およびトラブル対応、慣行では乗用草刈機の洗車および給油作業であり、作業時間は実測平均を用いた。なお、手持ち刈払機のメンテナンスに関しては、作業時間が極めて短かったことから除外した。機械の減価償却期間はいずれも7年とした。

### 2 機械受粉の省力効果と実用性の検証

2021年から2024年の4か年で受粉試験を実施し、供試樹は久喜試験場内植栽「幸水」(平棚仕立て, 2021年は55年生2樹, 2022~2024年は6~8年生3樹)を用いた。受粉器具として、風圧式受粉機(A社製)、受粉毛式受粉機(M社製)、

および静電風圧式受粉機を用い、対照器具は梵天とした。静電風圧式受粉機は、2021年と2022年は先行研究と同一の開発試作機を用い、2023年は市販用試作機(M社製)、2024年は同社製の上市前最終試作機を用いた。

花粉調製は、アセトンにより精製した純花粉を用い、石松子とよく混和した後、(株)ミツワ製の花粉精選機を2回通過して均一化した。花粉希釈倍率は、梵天および風圧式受粉機は重量比5倍、受粉毛式受粉機は8~9倍、静電風圧式受粉機は16~21倍希釈とした。

作業者は慣行梵天受粉の熟練度が異なる2名(熟練者, 初心者)とし、側枝を反復単位として3反復で行った。

満開時に受粉を行い、作業時間を測定した。機械受粉は連続噴出で側枝基部から側枝に沿うよう片側を受粉し、側枝先端で折り返して反対側も同様に受粉した(速度目安20cm/s)。梵天は1花そう1花の限定受粉とした。受粉作業前後に花粉容器の重量を計測して花粉使用量を求めた。

受粉30日後に結実数および良果数を調査した。以降は慣行管理および適期収穫を行い、果実品質を調査した。

### 3 光センサ選果機の省力効果と測定精度の検証

2022年に光センサ選果機(Y社製)を導入し、基礎的な作業時間データを取得した。詳細な試験は2023年と2024年の2か年で実施した。糖度測定用検量線は2022年に作成し、以降毎年検量点の追加を行った。

対照機器として、選果機は重量選果機(E社製)、非破壊糖度計は卓上型(K社製)およびハンディ型(C社製)を用いた。

ニホンナシ「幸水」「豊水」「彩玉」「あきづき」「甘太」を用い、各品種30~50果を用いて光センサ選果機で選果を行い、作業時間と選果機測定データ(果実横径・糖度)を取得した。

選果の作業時間と精度比較のため、重量選果機で「あきづき」「甘太」を選果し、作業時間および選果機測定データ(果実重量)を調査した。なお、選果の際は光センサ選果機と対照機で同一果実を使用し、果実に通し番号をラベルして個体識別を行った。

糖度測定のための時間比較のため、卓上非破壊糖度計で「あきづき」「甘太」の測定を行い、作業時間を計測した。

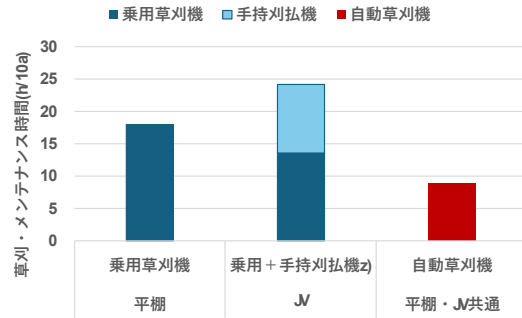
糖度測定の精度比較のため、卓上非破壊糖度計およびハンディ非破壊糖度計で「幸水」「豊水」「彩玉」「あきづき」「甘太」を測定し、選果機測定データ（糖度）を取得した。選果の比較と同様に、同一果実を用い、通し番号で個体識別を行った。測定部位は果実赤道部の中庸な点とし、1果あたり1点を測定した。非破壊測定後、果実赤道部の中庸な点の果肉を直径7mm、表面から深さ1.5cm程度採取して果汁を搾り取り、屈折糖度計（PR-101A, (株)アタゴ）を用いて糖度を測定した。

## 結果および考察

### 1 自動草刈機の省力効果の検証と経済性試算

平棚ほ場およびJVほ場において、自動草刈機は稼働可能であり、平棚ほ場20aを3日半（稼働時間41.5h）で除草完了した（図表省略）。慣行除草方法と自動草刈機の年間作業時間を比較すると、慣行は平棚ほ場で乗用草刈機使用の場合18h/10a、JVほ場では乗用草刈機と手持ち刈払機を併用することから24.1h/10aを要した（図1）。一方、自動草刈機の年間作業時間は、メンテナンス作業として9h/10aであった。自動草刈機の導入により、平棚ほ場で5割、JVほ場では6割以上の労力削減効果が認められ、特にJVほ場での導入効果が高い。生育期は必要な管理作業が多いため、

草刈りに割いていた労力を他の管理作業に充てられるメリットは非常に大きいと言える。



2) 列間を乗用草刈機で除草し、株元は手持ち刈払機で除草

図1 樹形および除草方法別の作業時間

自動草刈機における年間のトラブル発生件数を表1に示した。多くの場合は対処可能であったが、充電トラブルはメーカーによる対応が必要であった。自動草刈機は、除草作業としての労働時間は必要としないが、高い作業性を継続するためには機体の定期的なメンテナンスやトラブル対応が必要となる。

自動草刈機の省力効果は作業面積に比例するため、小面積では省力効果を実感しにくく、大面積ほど大きな効果を得られるといえる。ただし、自

表1 自動草刈機の年間使用におけるトラブル発生回数および対応可否（2023）

トラブル内容	発生回数	対処可否
範囲外逸脱	7	可
方向転換不能	7	可
異物巻きこみ	7	可
充電異常	2	不可（メーカー対応）

表2 平棚ほ場での除草機械の導入における人件費別導入費用試算

面積	機械	時給	7年間の費用総額(千円)										
			¥1,078	¥1,100	¥1,200	¥1,300	¥1,400	¥1,500	¥1,600	¥1,700	¥1,800	¥1,900	¥2,000
30a	自動草刈機	人件費	68	69	76	82	88	95	101	107	113	120	126
		合計費用	737	739	745	751	758	764	770	776	783	789	795
	乗用草刈機	人件費	272	277	302	328	353	378	403	428	454	479	504
		合計費用	1052	1057	1082	1108	1133	1158	1183	1208	1234	1259	1284
	差額 (自動草刈機-乗用草刈機)		-314	-319	-338	-356	-375	-394	-413	-432	-451	-470	-489
60a	自動草刈機	人件費	136	139	151	164	176	189	202	214	227	239	252
		合計費用	1474	1477	1490	1502	1515	1528	1540	1553	1565	1578	1591
	乗用草刈機	人件費	543	554	605	655	706	756	806	857	907	958	1008
		合計費用	1403	1414	1465	1515	1566	1616	1666	1717	1767	1818	1868
	差額 (自動草刈機-乗用草刈機)		71	63	25	-13	-51	-88	-126	-164	-202	-240	-277
90a	自動草刈機	人件費	204	208	227	246	265	284	302	321	340	359	378
		合計費用	2212	2216	2235	2254	2273	2291	2310	2329	2348	2367	2386
	乗用草刈機	人件費	815	832	907	983	1058	1134	1210	1285	1361	1436	1512
		合計費用	1755	1772	1847	1923	1999	2074	2150	2225	2301	2377	2452
	差額 (自動草刈機-乗用草刈機)		457	444	387	331	274	217	161	104	47	-10	-66

動草刈機の必要台数も増加するため、面積別に導入費用と人件費を試算した(表2)。人件費に関しては、雇用条件の参考とするため、時給別の試算を行った。試算の結果、平棚ほ場30aでは最低賃金(2024年度末時点)条件でも自動草刈機の費用が安く、60aでは時給1.3千円以上、90aでは時給1.9千円以上で自動草刈機の方が費用を抑えられる試算となった。ただし初期費用のみの試算であり、経年劣化に伴う修繕費は別途比較が必要である。埼玉県内における家族労働の平均単価は時給2千円程度と考えられる(埼玉県, 2020)ことから、家族労働で除草作業を行っている場合、90a規模までは自動草刈機の導入効果を得られると考えられる。

## 2 受粉機の省力効果と実用性の検証

2021年, 2022年の受粉試験では, 先行研究と

同一の静電風圧式受粉機, および受粉毛式受粉機の省力性と結実性, 果実品質を慣行梵天受粉と比較した。いずれも受粉時間を大幅に短縮し, 梵天受粉と同等の純花粉使用量, 結実性および果実品質を有することを確認した(データ省略)。

2023年は, 静電風圧式受粉機(市販用開発試作機)と受粉毛式受粉機, 風圧式受粉機を用いて受粉を行い, 梵天受粉と比較した(表3)。初心者は梵天での受粉時間が熟練者に比べ長く, 作業時間は熟練度に依存することが確認された。一方, 機械受粉では両者の受粉時間は大差なく, 機械の使用により作業時間が大幅に減少した。特に初心者は梵天受粉に比べ作業時間を9割程度削減できることから, 導入効果が非常に大きい。

風圧式受粉機は純花粉使用量が非常に多く, 受粉毛式および静電風圧式受粉機は梵天と同程度であった。風圧式受粉機の花 pollen 繰り出し構造は風圧

表3 「幸水」の受粉において受粉器具が作業時間および結実に及ぼす影響(2023)

作業員	受粉器具	花粉希釈倍率	花からの距離(cm)	側枝長(cm)	側枝1mあたり			結実率(%)		花そうあたり着果数	
					受粉時間(秒)	希釈花粉使用量(g)	純花粉使用量(mg)	全果	良果 <sup>x)</sup>	全果	良果
初心者	受粉毛式	8	-	87	12.2	0.07	9.3	40.9	16.1	2.9	1.2
	静電風圧式	16	20	88	14.0	0.38	23.9	59.2	22.0	4.5	1.6
	風圧式	5	40	95	10.0	2.28	456.6	58.4	19.4	3.9	1.4
	梵天	5	-	82	186.6	0.13	25.5	43.2	13.9	3.2	1.0
熟練者	受粉毛式	8	-	99	5.6	0.16	19.7	51.0	20.8	3.2	1.3
	静電風圧式	16	20	93	6.7	0.28	17.7	55.2	16.7	3.7	1.2
	風圧式	5	40	106	4.8	1.39	277.1	60.6	26.0	4.1	1.8
	梵天	5	-	89	20.5	0.07	14.5	54.4	22.2	3.8	1.6
作業員別	初心者			88	55.7	0.72	128.8	50.4	17.8	3.6	1.3
	熟練者			97	9.4	0.47	82.2	55.3	21.4	3.7	1.4
受粉器具別	受粉毛式			93	8.9b <sup>z)</sup>	0.12b	14.5b	45.9	18.4	3.1	1.2
	静電風圧式			91	10.3b	0.33b	20.8b	57.2	19.3	4.1	1.4
	風圧式			101	7.4b	1.83a	366.8a	59.5	22.7	4.0	1.6
	梵天			86	103.6a	0.10b	20.0b	48.8	18.0	3.5	1.3
二元配置分散分析 <sup>y)</sup>	作業員			n.s.	**	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	受粉器具			n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	交互作用			n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

x) 大きさ, 形が一次摘果の判断基準に適用するものを良果とした  
 y) 分散分析: \*\*は1%, \*は5%水準で有意差あり(百分率は角変換後に検定)  
 z) Tukey-HSD法: 異符号間に5%水準で有意差あり

表4 「幸水」の受粉において受粉器具が果実品質に及ぼす影響(2023)

作業員	受粉器具	果実重(g)	縦横比	果形 <sup>v)</sup>		可販果率 <sup>x)</sup> (%)	地色	糖度(Brix)	pH	果肉硬度(lb)	心室数	健全種子率 <sup>y)</sup> (%)
				スジ	傾き							
初心者	受粉毛式	407.7	0.82	0.7	0.9	93	3.1	12.8	5.2	6.4	7.3	11.8
	静電風圧式	376.3	0.82	1.2	1.0	75	2.9	13.0	5.3	6.5	7.8	27.5
	風圧式	364.0	0.92	0.9	0.6	81	2.9	12.9	5.2	6.3	7.3	25.5
	梵天	417.6	0.83	1.4	0.5	85	3.1	12.9	5.2	6.4	7.9	24.5
熟練者	受粉毛式	456.7	0.84	0.7	0.9	100	2.8	12.8	5.3	6.3	7.3	32.3
	静電風圧式	413.6	0.83	0.7	0.8	100	3.1	12.9	5.3	6.5	7.5	26.6
	風圧式 <sup>v)</sup>	487.1	0.81	1.3	0.6	77	2.7	12.8	5.3	6.1	7.1	36.0
	梵天	479.7	0.82	1.3	0.9	100	2.7	12.8	5.3	6.2	7.6	33.0
作業員別	初心者	391.4	0.83	1.1	0.8	83	3.0	12.9	5.2	6.4	7.6	22.3
	熟練者	456.7	0.83	1.0	0.8	96	2.8	12.8	5.3	6.3	7.4	31.6
受粉器具別	受粉毛式	432.2	0.83	0.7	0.9	97a <sup>z)</sup>	2.9	12.8	5.3	6.3	7.3ab	22.0
	静電風圧式	394.9	0.82	0.9	0.9	88ab	3.0	13.0	5.3	6.5	7.7a	27.0
	風圧式	413.2	0.83	1.1	0.6	79b	2.8	12.8	5.2	6.2	7.2b	29.7
	梵天	448.7	0.83	1.3	0.7	93ab	2.9	12.9	5.3	6.3	7.7a	28.7
二元配置分散分析 <sup>y)</sup>	作業員	+	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	**
	受粉器具	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
	交互作用	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*

v) 熟練者の風圧式区はラベル欠失により2反復  
 w) 果形: スジ, 傾きいずれも0(無)~3(甚)で遠観評価  
 x) 可販果率: 果実重250g以上の果実のうち, スジ2以内かつ傾き2.5以下の果実を可販とした  
 y) 分散分析: \*\*は1%, \*は5%, +は10%水準で有意差あり(百分率は角変換後に検定)  
 z) Tukey-HSD法: 異符号間に5%水準で有意差あり

でタンク内の花粉を巻き上げる機構であることから花粉使用量が多くなったと考えられる。一方、静電風圧式受粉機では、ノズル口径が小さいこと、花粉希釈倍率を高められることにより、純花粉使用量が抑えられたと考えられる。なお初心者の受粉毛式での花粉使用量が少ないが、これは受粉機の電源操作ミスによる可能性が高い。

結実率および良果結実率は、いずれの受粉機も梵天受粉と同等であった。ただし、良果結実率は花序を考慮していないことから、「あきづき」等、軸折れしやすく着果可能な番花に限られる品種に対しては、今後適用性を確認する必要がある。

果実品質は、風圧式受粉機の可販果率がやや低かった。また、作業員間においては、初心者は熟練者に比べ可販果率が有意に低かった（表4）。その他の品質について、受粉器具別、作業員別のいずれも大きな差は認められなかった。

2024年に静電風圧式受粉機（市販用最終試作機）と受粉毛式受粉機を用い、初心者において同様の試験を行ったところ、いずれの受粉機も、花粉使用量、良果結実率とも梵天受粉と同等であった（データ省略）。果実品質は梵天受粉に比べ機械受粉の糖度がやや低く、10%水準で有意差が認められたものの、果形や健全種子率を含め他の項目に有意差は認められなかった（データ省略）。

初心者以外の使用場面における機械導入のメリットとして、受粉毛式受粉機は風速の影響を受けにくいため、強風下での使用が想定される。また、

静電風圧式受粉機は非接触で受粉を行うことから、雨後の濡れた花への使用が想定される。

受粉機の利用について、使用条件により結実不足や結実過多となるリスクが懸念される。使用する花粉の発芽率や、受粉日の気候条件をふまえ、花粉希釈倍率や受粉の動作速度を調整する必要があると考えられ、今後の検討課題としたい。

### 3 光センサ選果機の省力効果と測定精度の検証

排果精度について、光センサ選果機は果実横径を測定し排果することから、ナシの出荷規格（5kgあたり果実数）に合わせた排果を行う場合は、果実重量を横径に換算し排果設定を行う必要がある。選果機測定の果実横径と実測重量から換算式を作成し排果を行ったところ、果実重量から求めた規格に対する選果機の排果正答率は「幸水」「豊水」「彩玉」「あきづき」「甘太」いずれも75%以上であり、実用上問題ない精度であった（データ省略）。

選果作業時間は従来の重量選果機に比べ光センサ選果機で若干時間を要した（表5）。糖度測定時間は、光センサ選果機は選果と同時測定に対し、卓上非破壊糖度計では4.5h/1,000果と多くの時間を要した。選果と糖度測定の合計では、光センサ選果機の利用により4.3h/1,000果、労賃として17.2千円/1,000果の削減が可能となる。

選果と糖度測定を行う場合での経済性について、栽培面積1haの生産者を想定し、収穫果実総数80,510果/haとして上記データを基に試算したと

表5 「あきづき」および「甘太」における光センサ選果機と従来機器利用による作業時間と経済性（2023）

使用機器	反復あたり調査果実数	作業時間 (h/1,000果)			最適作業人数	総作業時間(h)		作業労賃(千円/1,000果) <sup>z)</sup>			機械価格 (千円) <sup>y)</sup>
		選果 <sup>x)</sup>	糖度測定 <sup>w)</sup>	合計		家族労働	雇用	家族労働	雇用	合計	
光センサ選果機			1.1	1.1	4	—	4.6	—	4.7	4.7	12,540
従来機	10~15	0.9	—	5.4	4	—	3.6	—	3.7	21.9	800
卓上非破壊糖度計		—	4.5		2	9.1	—	18.2	—		1,080

z) 作業労賃：平成31年作物別投入産出表より家族労働を時給2000円とし、雇用労力は2023年埼玉県最低賃金より時給1028円とした

y) 機械価格は久喜試験場の購入価格を参考とした

x) 選果時間：排果後の果実の検品や箱詰めなど、共通する作業の所要時間は除外し計測

w) 糖度測定時間：実測は最速作業時間を測定、実作業では測定値の確認時間や一部の果実で測り直し作業を要するため、実測×1.5を所要時間とした

表6 機器別の糖度測定精度（2024）

品種	測定平均糖度(Brix)				測定誤差 (RMSE) <sup>y)</sup>			測定差補正後のRMSE <sup>z)</sup>	
	選果機	卓上機	ハンディ機	搾汁実測	選果機	卓上機	ハンディ機	選果機	卓上機
幸水	11.8	12.6	11.3	12.6	1.16	0.49	1.44	0.76	0.48
彩玉	13.8	14.2	18.2	13.8	0.53	0.80	4.46	0.53	0.71
豊水	12.5	13.5	10.4	13.3	1.04	0.57	2.88	0.65	0.49
あきづき	12.7	13.4	11.2	13.4	0.83	0.56	2.31	0.40	0.56
甘太	13.4	14.4	-	13.1	0.37	1.35	-	0.28	0.44

y) 測定差（非破壊測定-実測）の二乗平均の平方根

z) 測定差（非破壊測定-実測）の平均値を非破壊測定値から引いた値を用い、実測値との差からRMSEを算出

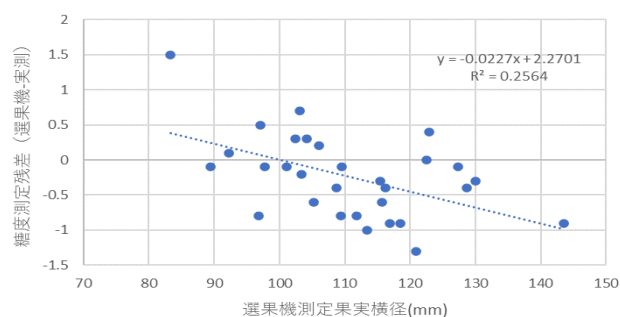
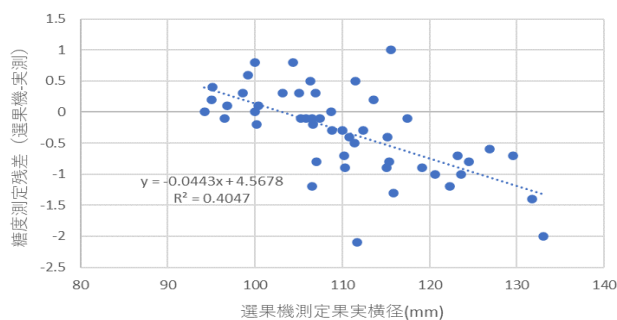


図2 光センサ選果機における「彩玉」の果実横径と糖度測定残差 (左: 2023、右: 2024 調整後)

ころ、光センサ選果機と従来機の差額 10,660 千円を 8 年で回収可能であった (データ省略)。ただし維持管理費を含まないため別途比較を要する。

光センサ選果機の糖度測定精度は、「幸水」「豊水」「あきづき」で卓上非破壊糖度計に比べ低く、「彩玉」「甘太」では光センサ選果機の方が高かった (表 6)。ハンディ非破壊糖度計は光センサ選果機や卓上非破壊糖度計と比べ測定誤差が大きかった。非破壊測定の精度は機械の光量の影響が大きいが、小型機ほど搭載できるランプが限られ、光量が小さくなるため、測定値が安定しにくいと考えられる。

機械測定の糖度について、上振れなど測定値全体の誤差傾向がある場合、補正設定により測定値に定数を加減できる。そこで、光センサ選果機と卓上非破壊糖度計について、測定差の平均を測定値から差し引いて補正值を求め、精度比較を行った。補正值の標準誤差 (RMSE) は、「彩玉」「あきづき」「甘太」で選果機の値が卓上非破壊糖度計より小さくなった。

糖度測定精度に関して、光センサ選果機搭載の透過型センサは、卓上機やハンディ機で採用されている反射型センサに比べ光量を必要とするが、中型機の搭載ランプでも実用性の高い測定を行えることが明らかになった。光センサ選果機の補正後精度は、現場で使用実績の多い卓上型非破壊糖度計と同等であったことから、低糖度の果実を格外選別する際の使用が期待できる。

「彩玉」の選果機測定糖度について、2023 年の試験において果実横径が大きいほど測定糖度は実測値に比べ低くなる傾向が認められた (図 2 左)。メーカーによる検量線の調整を行ったところ、やや改善が認められたものの (図 2 右)、糖度の低くなる傾向は変わらず、大玉選果において注意が

必要である。

### 引用文献

- 金井源太・好野奈美子 (2020) : 市販草刈ロボットの農業利用の可能性. 農業食料工学会誌 82(4), 412-414.
- Kawano S.・Hisayoshi W.・Mutsuo I. (1992) : Determination of Sugar Content in Intact Peaches by Near Infrared Spectroscopy with Fiber Optics in Interactance Mode. J.Japan.Soc.Hort.Sci. , 61(2), 445-451.
- 木村美紀夫 (1998) : 選果場における糖度計測システム. 計測と制御, 37(2), 105-107
- Muhammad Z. H.・Korenari T.・Masakazu K. (2020) : Robotic Lawnmower Saves Labor and Operation Costs in a Pear (*Pyrus pyrifolia*) Orchard. 農作業研究, 55(3), 143-153.
- 村上覚・山根俊・橋本望・荒木勇二 (2020) : 静電風圧式受粉機におけるニホンナシおよびキウイフルーツの人工受粉. 園芸学会誌 19(4), 365-372.
- 農林水産省 (2018) : 平成 30 年度 食料・農業・農村白書. 26-27, 191-191.
- 埼玉県 (2020) : 平成 31 年作物別投入産出表
- 山根俊・村上覚・中村浩一 (2023) : 果樹用手持形静電風圧式受粉機の開発と性能評価. 農業食料工学会誌 85(4), 234-241.