

中山間地域におけるスマート農業の展開
-奈良県のカキ栽培でのアシストスーツ導入例-
Introduction of Smart Farming in Mountainous Area
-Case of Assist Suit Practice for Persimmon Cultivation in Nara-

○山本 純之*・浅田 圭介*・松浦 大輝*・楠堂 紡*・木村 匡臣*・松野 裕*

Atsushi Yamamoto, Keisuke Asada, Daiki Matsuura, Tsumugu Kusudou, Masaomi Kimura
and Yutaka Matsuno

1. はじめに 奈良県では中山間地域の耕作放棄地が近年増加傾向にある。五條吉野地域は奈良県中部に位置し、1980年代から国営等の農地造成・灌漑事業により栽培団地が整備され、全国的なカキ産地となった。しかし、他地域と同様に少子高齢化による人手不足などから、耕作放棄の問題が顕在化しつつある。筆者らは、昨年度から「先端技術導入による中山間地域の特産品生産スマート化への展開」プロジェクトにおいて、カキ栽培で特に負担の大きい、除草、防除および収穫作業に着目し、スマート機器導入の省力化効果および経済的効果について検証を進めてきた。本発表では、プロジェクトで導入した、遠隔操作除草機、スピードスプレイヤー、遠隔自動運搬機、およびアシストスーツのうち、アシストスーツの省力化効果についての研究成果を報告する。アシストスーツに関しては、スーツの物理的な補助効果についての研究が多く、実作業やそれを模した模擬作業を通して導入効果を評価した研究は比較的少ない。本研究では、カキの収穫時の作業を基に模擬作業を考案し、作業時間、心拍数およびアンケートの結果から省力化と身体負荷軽減の効果を評価した。

2. 手法 アシストスーツは Kubota WIN-1 を使用した。WIN-1 は腰の補助だけではなく、ウインチによる持ち上げ補助がある点が特徴である (Table 1)。検証試験で実施し

Table 1 Specifications of WIN-1

Assist torque of lower back	77 N·m in max.
Winch assist force	196 N (20 kgf) in max.
Winch retention force	294 N (30 kgf) in max.
Times of continual operation	135 times

た模擬作業は、軽トラックの荷台に収穫したカキのコンテナを2段に積み上げる作業を模したもので、20 kgのコンテナを5 m離れた高さ60 cmの台の上に積み上げる動作を36回繰り返す作業とした。試験では作業の所要時間の計測、およびウェアラブル端末による作業中の心拍数の取得に加え、作業前後の身体的状態を比較するため、体の各部位への身体負荷と体調に関するアンケートを実施した。対照試験としてはアシストスーツを使用せずに同じ模擬作業を実施し、アシストスーツ使用時と非使用時の結果を統計的に解析した。なお、試験対象者は参加の承諾が得られた20代の健康な成人15名(男性12名、女性3名)とし、実験の進行および取得データの取り扱いについては近畿大学農学部倫理規定を順守した(承認番号2019-8)。

*近畿大学農学部 Faculty of Agriculture, Kindai University

キーワード：農村振興・中山間地域・IT

3. 結果および考察 試験対象者が初めて模擬作業を実施した際の積み上げ動作 1 回あたりの平均所要時間を Table 2 に示す。アシストスーツ使用時は、男性・女性ともに非使用時に対して所要時間が有意に増加した。また、心拍数は特に女性でスーツ使用時に高くなる傾向があり、スーツを初めて使用する状況に心理的抵抗を感じたと考えられる。一方、アシストスーツ使用を繰り返すと所要時間は次第に短縮され、最終的にはアシストスーツ非使用時と比較して差がなくなった (Table 2)。これらの結果から、アシストスーツの操作に慣れていない時は作業時間が長くなるが、十分に操作に習熟すれば時間的な差はなくなることが伺える。また、各実験対象者の積み上げ動作 1 回あたりの平均所要時間を 1 として正規化した際には、作業開始時と作業中盤においてアシストスーツ使用時と非使用時の間に有意差が見られた。作業開始時の有意差はアシストスーツの習熟不足による所要時間の増加、作業中盤の有意差はアシストスーツの使用によって身体負荷が軽減され、疲労による所要時間の増加が抑えられた結果と考えられる。一方、アンケートからは、二の腕と手の負荷が軽減され、太ももへの負荷が増加するという結果が得られた (Fig. 1)。

これらの結果から、今回の模擬作業の動作の中ではコンテナを掴み、持ち上げる腕の動作の負荷軽減効果が大きいと考えられる。また、アシストスーツとコンテナの負荷は太ももに加わり、腰には加わらないことが分かった。

今回の実験から、十分に操作に習熟した状態では、アシストスーツの導入によって疲労時の作業時間の増加を抑えながら作業を続けられる可能性が示された。したがって、例えば選果場でのコンテナ運搬作業など、より長時間の作業に導入した場合には疲労軽減効果が時間短縮効果につながることを予想される。現行のスマート機器は普及が進んでいないため高価であるが、行政による補助等によりコストの問題がクリアできれば、少人数での作業や新規作業者の参入を可能にし、労働力不足解消のための選択肢となりうると考えられる。

謝辞 本研究は農研機構の「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト (果 F05)」により実施しました。

Table 2 Average operational time with the first use of WIN-1 and without using WIN-1

Subject	Average time (sec)		n
	With WIN-1	Without WIN-1	
All	14.62 ± 3.59 **	10.68 ± 2.43	15
Male	13.67 ± 2.39 **	10.15 ± 1.81	12
Female	18.40 ± 4.88 **	13.80 ± 3.21	3

** significant increase (ANOVA, $p < 0.01$)

Table 3 Decreasing operational time by increased repetition (n = 3)

Repetition	Average time (sec)
1st	13.80 ± 2.44 ^a
2nd	13.46 ± 2.64 ^a
3rd	10.84 ± 2.57 ^b
4th	9.56 ± 1.95 ^c
Unassisted	9.80 ± 1.21 ^c

^{a,b,c} significant differences (Tukey HSD test, $p < 0.05$)

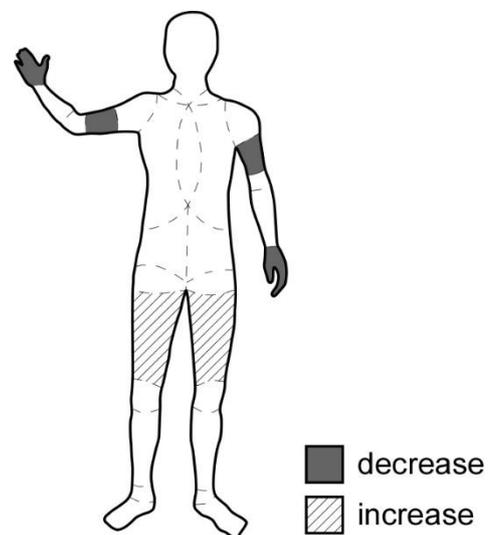


Fig. 1 User perception of muscle fatigue after the operation
Shaded body parts indicate the significant decrease / increase of fatigue by using WIN-1.
(Mann-Whitney test, $p < 0.05$)