

ハウス栽培の熱中症・筋骨格系リスク評価 -客観・主観評価から改善策の提示まで-

相見 直紀, 大井 舜也, 雲野 崇大, 中山 景樹, 西村 知起, 藤澤 恵悟, 三上 温輝

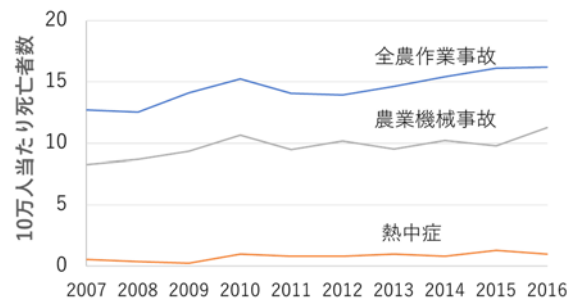
1. 目的

高品質な作物を安定かつ効率的に生産できるハウス(温室)栽培は、日本の農業に欠かせず、近年こそ微減傾向であるが、長年増加傾向で推移してきた¹⁾。ハウス栽培の露地栽培に対する強みは収穫時期や病害虫の制御が容易なことであり、草津市においても、京都向け軟弱野菜(収穫後急速に痛み始めるミズナ、ネギなど)の年間を通じた安定的な生産にハウス栽培が利用されてきた。特に1982年からは夏季のハウスの温熱環境を活用したメロン生産も開始され、これは現在草津市の特産物となっている^{2,3)}。

しかし、夏季ハウス内の温熱環境は植物の生育には良くとも、労働環境としては厳しいものがある。実際、ハウス内での農作業中に「熱中症の疑いあり」とされた人の割合は7割を超えるとする報告もある⁴⁾。また、近年機械化が進んでいるとはいえ、一般に農作業では「作業姿勢等による筋骨格系負担」が問題となるケースも少なくない⁵⁾。

また、他産業がここ20年間で死亡事故発生率を大きく減らす一方、農業はこの率を増加させており「危険産業」化への道を歩んでいる⁶⁾。これは農業従事者の高齢化の影響だけではない。農業が毎年異なる気候条件下で行われ、その作業内容は経験者の長年の経験と勘に頼る部分が大きく、家族内で小規模に営まれることが多いために、リスク評価の実施や改善策の蓄積・共有が困難なことも影響している⁷⁾。死亡事故発生率の詳細を述べると、少なくともここ10年間で、農業による死亡事故発生率増加に熱中症が寄与してきた(図1)^{8,9)}。また、農作業事故死は、①農業機械作業に伴うもの(トラクター運転等)、②農業用施設作業に伴うもの(ハウスからの転落等)、③その他(熱中症等)に分けられるが、全体の約7割を農業機械作業に伴う事故死が占めてきた(図1)。農作業の機械化は筋骨格系リスクの低減を目的としている場合もあるが、先の実績は、その機械化も、また新たな事故死のリスクとなることを意味している。

このような農業分野での労働安全衛生向上の難しさを踏まえ、草津市のハウス栽培地域での農作業リスクを評価し、さらに改善案を提示する。



(図1) 農作業による死亡事故発生率の推移

2. 対象と方法

【対象とするフィールド】

野菜の施設栽培地域(草津市北山田町)

【方法】

学生は3つのグループに分かれ、それぞれが異なる農家の指導の下、異なる農作業を体験した(図2)。体験日時は2018.6.29午前中である。この日の天候は曇り、最高気温は31°Cだった。当日は、(1)学生が農作業体験中にリスクを感じた作業等の記録と、(2)主に姿勢分析のための観察および写真撮影、さらに(3)温熱環境因子および心拍数の測定と、(4)農家の方がリスクを感じる作業等の聴き取りを行った。なお、(3)については、その測定方法に関する詳細を図3に示した。

1) 農林水産省(H28.6月) 施設園芸をめぐる情勢 p.2

2) 草津市(2013年)6次産業化に関する基礎調査報告書 p.11-13

3) (webページ) Jタウンネット(2018年)知ってた?滋賀県でも「草津メロン」がとれるんです

4) 齋藤雄司ら(2017)「農業従事者におけるハウス栽培作業時の熱中症および水分補給の実態」日本生気象学会雑誌

5) 野村茂(1997)「農業従事者の労働負担と健康管理に関する研究」日本農村医学会雑誌

6) 産経ニュース(2016.9.25)農業は「危険な職業」だった!? 死亡事故割合は建設業の2倍

7) 一般社団法人・日本農村医学会,平成28年3月,農作業安全の手順1.2.3, p.1,7-8,24-25

8) 農林水産省「平成28年に発生した農作業死亡事故の概要」

9) 農林水産省「農業労働力に関する統計」

グループ	メンバー (学生は敬称略)	場所	作業内容
濱口さん グループ	濱口さん, 中山, 西村	ハウス内	1.収穫
		ハウス外 (作業場)	2.階級分け 3.仮箱詰め
中島さん グループ	中島さん, 相見, 大井	ハウス外 (集荷場 + 作業場)	1.仮箱詰めメロン荷下し 2.メロンへのシール貼り 3.本箱詰め
池田さん グループ	池田さん, 雲野, 藤澤, 三上	ハウス外 (作業場)	1.階級分け 2.仮箱詰め 3.仮箱詰めメロンの トラック積み込み



(図2) 各グループの学生が体験した農作業内容

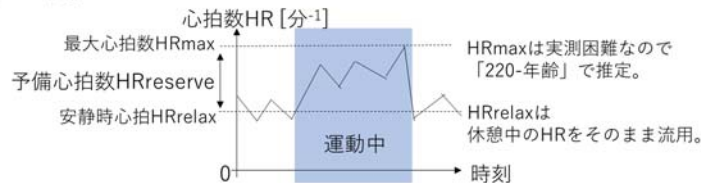
測定項目		測定機器型番	
温熱環境	暑さ指数WBGT[°C]	10分毎に測定	custom社, データロガー熱中症指数計 HI-2000SD
	不快指数DI[°C]		
運動強度	心拍数HR[分 ⁻¹]	1秒毎に測定	POLAR社 A360 フィットネス・トラッカー
	運動強度(%HRmax, %HRR)[-]		

【温熱環境測定値】

$$\text{暑さ指数WBGT [°C]} = 0.7 \times \text{湿球温度} Tw + 0.2 \times \text{黒球温度} Tb + 0.1 \times \text{乾球温度} Td$$

$$\text{不快指数DI [°C]} = 0.72 \times (Tw + Td) + 40.6$$

【運動強度測定値】



$$\begin{aligned} \text{最大心拍数を基準とした運動強度\%HRmax [-]} &= \frac{HR}{HR_{max}} = \frac{HR}{220 - \text{年齢}} \\ \text{予備心拍数を基準とした運動強度\%HRR [-]} &= \frac{HR - HR_{relax}}{HR_{reserve}} = \frac{HR - HR_{relax}}{(220 - \text{年齢}) - HR_{relax}} \end{aligned}$$

(図3) 温熱環境因子および心拍数等の測定方法に関する詳細

3. 結果と考察

(1) 学生が農作業体験中にリスクを感じた作業等の記録

結果を図4に示す。農業を知らない学生の中から見て、リスク低減の余地ある農作業方法は多いと思われた。例えば、「箱の組立て」は台の上で行った方が腰への負担が小さく明らかにラクだった。一方、「メロンの階級分け」ではトラックの荷台と籠の高さを揃えるための台があれば作業者の負担を軽減できることも分かった。しかし、実際には作業場の面積や、そこで行う他の作業等との兼ね合いで、そのような大きな台を設置・保管するのは困難な可能性もある。従って、より適切な改善案の提示には、まずはより広く現場の事情を知る必要があると考えられた。

【濱口さんグループ】



作業内容	ハウス内での作業	メロン箱詰め	一輪車での運搬	トラックへの積み込み
作業内容	学生・農家			
どこがなぜ危険か	ハウス突きあたりには出入口が無く、気分が悪くなってもすぐには出られない。	メロン箱(5kg以上)を靴の上に落とす。	温室内の畝と畝の間の通り道に陥没が生じ、一輪車の車輪がひっかかる。	一輪車とトラックが離れているため、人が余分に動かなければならない。
改善案	ハウス出入口の逆側にも扉を設置する。収穫したメロン運搬の際も、涼しいハウス外を通れる。	安全靴を着用する。	荷重が分散されて、陥没が生じにくく、また、バランスのとおりやすい二輪車を用いて運搬する。	一輪車はトラックに最大限接近させて、作業者の負担を極力軽減する。

【中島さんグループ】



作業内容	メロン箱積上げ	メロン箱積上げ	メロン箱荷下ろし	メロン箱運搬
作業者	学生(相見)	農家(中島さん)		
どこがなぜ危険か	常に膝・腰を曲げた姿勢でメロン箱を積むと、腰への負担が非常に大きい。	体幹が伸び切った姿勢で作業すると、無理な姿勢になる。	メロン箱3箱を一度に下ろすと、指への負担が意外に大きく、指を切ったり、箱を落としそうになる。	農道をギリギリの車幅で進むと、脱輪を起しやす。(写真無し)
改善案	膝・腰を曲げずに済むよう、天井を高くする。	身を乗り出での作業をしない。	メロン箱は1箱ずつ下ろす。	より車幅の小さな車・トラックを使用する。

【池田さんグループ】



作業内容	メロンの階級分け	メロンの箱詰め	箱のトラック積み込み	箱の組立て
作業者	学生・農家	農家(池田さん)	学生(裳野)	学生(三上)
どこがなぜ危険か	仕分けの籠とトラック荷台の高さが異なっており、繰り返しが必須がある。	椅子に背もたれが無く、腰の負担が大きい。	仮箱詰め済みの重い箱を、地面からトラック荷台まで持ち上げるのはキツイ。(写真なし)	段ボールの組立てを、地べたでかがんで行っていた(*1)。
改善案	・トラック荷台と籠の高さを揃える。 ・籠を浅くする。	背もたれのある、座り心地が良い椅子を用いる。	・機械化する。 ・交代しつづ行い、一人当たりの負担を減らす。	箱の組立てを作業者にとってラクな高さで行う(*2)。

(図4) 学生が農作業体験中にリスクを感じた作業等の記録

(2)主に姿勢分析のための観察および写真撮影

農作業体験中の作業姿勢の観察と、その際の写真をもとに、OWAS法¹⁰⁾により筋骨格系リスクを評価した。本来は動画撮影により、一定の時間間隔で評価を行い、その姿勢をとっている時間も考慮しつつ、作業時間全体のリスク評価をするのが理想だが、今回は、多数の写真からの評価で代替した。

図5にその結果を示す。濱口さんグループにおける「メロンの茎切断」と「一輪車での運搬」の作業姿勢に関しては、プロの農家である濱口さんのほうが、学生に比べ筋骨格系リスクが小さかった。しかし、中島さんグループにおける「メロン箱積上げ」「箱並べ」「シール貼り」「箱閉じ」の作業姿勢に関しては、農家・学生とも筋骨格系リスクが大きかった。また、池田さんグループにおける「メロン階級分け」「箱詰め」の作業姿勢に関しては、農家の方の姿勢にややリスクがあった。

以上の結果から、プロの農家の方でも不必要な姿勢をとる場合があると分かった。このことから、組合等を通じて組織的に「よりリスクの小さい作業姿勢」を普及する必要性が考えられた。

【濱口さんグループ】

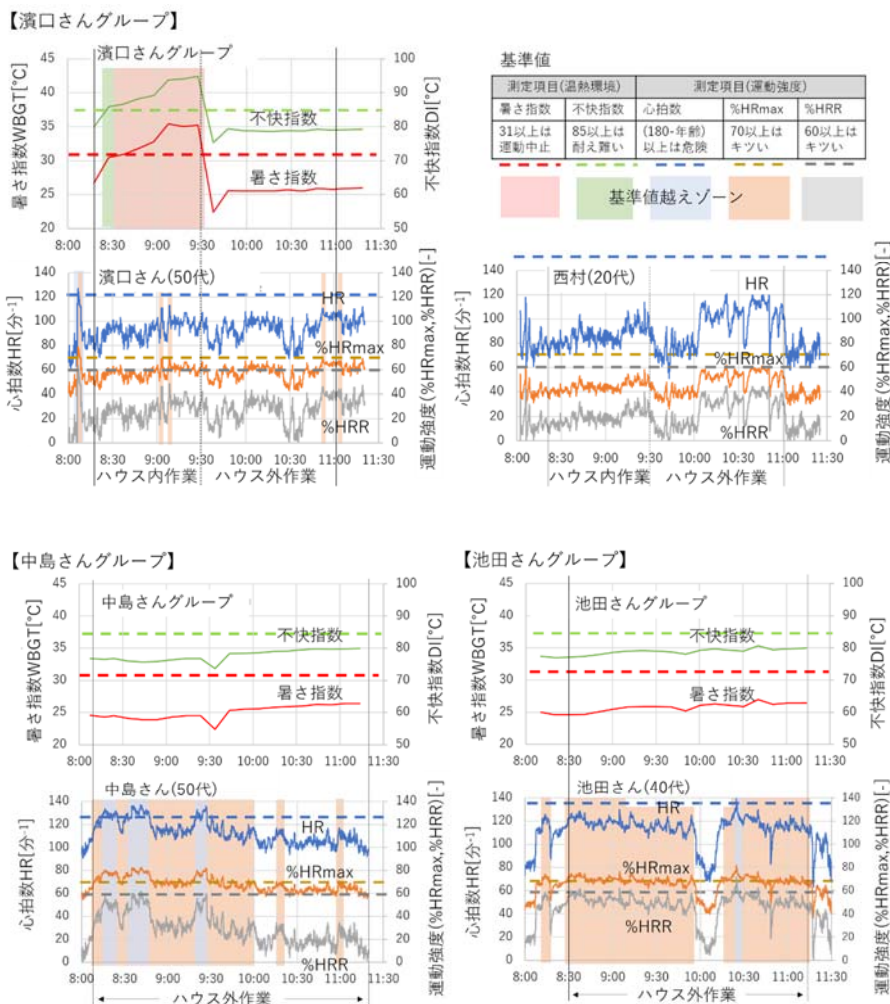


作業内容	メロンの茎切断				一輪車での運搬											
	学生(西村)		農家(濱口さん)		学生(西村)		農家(濱口さん)									
姿勢の分類	背	上	下	重量	背	上	下	重量	背	上	下	重量				
	2	1	4	1	1	1	6	1	2	1	7	3	1	1	7	3
リスク評価	3 有害である				1 問題ない				3 有害である				1 問題ない			
改善案	背筋を真っすぐにし、下肢を中腰でなく膝立ちとする。				無し。				背を前屈せずに済むよう、後ろ向きに運搬する。				無し。			

¹⁰⁾ web サイト「愛知労働局 腰痛を防止しよう」

出現する等が挙げられる¹⁴⁾。今回は主に上のA.B.,①しか考慮していないが、C.-E.,②-④も考慮に入れば、より詳細な評価が可能と考えられた。

また、熱中症死亡事故件数に関しては、最高気温30°C以上の真夏日が多い年ほど、この件数が多くなること¹⁵⁾が知られている。そして、夏季(6-8月)の平均気温が高い年ほど、職場における熱中症死亡災害件数が多いことも知られている。加えて、近年の職場の熱中症死亡災害発生リスクは、梅雨が明けて急に猛暑となる、暑熱順化の進んでいない7,8月の午後、作業開始数日以内で最も高く、建設業・農業などの屋外作業が多い業種で特に高いとされている¹⁶⁾。現在、北山田の農業組合では、「夏季の日中のハウス内作業を控えるよう呼びかける」という安全対策に組織的に取り組んでいるが、先の事実から、この安全対策が熱中症予防に非常に効果的であることが確認された。



(図6) 温熱環境因子および心拍数の測定

(4) 農家の方がリスクを感じる作業等の聴き取り

結果を図7に示す。農薬の希釈作業については、改善案の一つとして、防護メガネ着用も考えられたが、作業者の濱口さんは「暑い時期の頻繁な作業で、防護メガネをつける気にはならない。」と話していた。このことは、現場の事情を知ることが、より適切な改善案の提示に必要なことを意味している。また今回、農家の方には予め調査紙を配布して、日々の作業におけるリスクの記録を依頼していた。しかし、そこで挙げられたリスクは図7の(A)のみで、(B),(C)は学生が農作業体験中に農家の方と話す中で初めて確認できたものである。このことから、農家の方が普段リスクを感じる作業の調査では、調査紙配布による記録依頼だけでなく、調査者が対面にて農家の方と関係性を構築し、その上でリスクを聴き取り、改善案を提案する方法が有効と考えられた。

14) 澤田晋一(2015)熱中症の現状と予防 p.3,8

15) 日本救急医学会編(2011)熱中症~日本を襲う熱波の恐怖~p.20

16) 澤田晋一(2015)熱中症の現状と予防 p.70,72

(A)



作業内容	農薬の希釈	ハウス内でのトラクター運転
作業者	濱口さん	中島さん
どこがなぜ危険か	農薬原液を、水入りのタンクで希釈する際、農薬がはねて目に入る。	ハウス骨格の根元に、換気口(矢印)から入った水が溜まったため、トラクターがすべり、危険を感じた。
改善案	・タンクの透明化 ・防護メガネ着用	換気口へのひさし設置

(B)



作業内容	牛堆肥散布	畝(うね)の整地
作業者		濱口さん
どこがなぜ危険か	腰をねじって均等に散布する作業は腰痛、過負荷の原因となる。	畝は機械で作るが、その整地は人力で行う。熊手を前へ突き出して手前に引く作業は腰痛、過負荷の原因となる。
改善案	・散布作業の機械化 ・作業者数増加による一人当たり負荷の軽減	・整地作業の完全機械化 ・作業者数増加による一人当たり負荷の軽減

(C)

作業内容	側溝付近での作業	重量物の持ち上げ	メロン収穫	農作物の受粉
作業者			池田さん	
どこがなぜ危険か	側溝に落ちる	年齢による筋力低下で重量に耐えられずひっくり返る	メロンの毛が皮膚に触れると、かぶれる。	受粉にはミツバチを用いる。葉裏のハチに気付かず触れてしまい、ごくたまに刺される。
改善案	側溝への蓋設置	・作業の機械化 ・若年者への依頼	・長袖・手袋着用	・受粉しなくても結実する品種の開発 ・ハチの針が貫通しない手袋の開発

(図7) 農家の方がリスクを感じる作業等の聴き取り^{17),18)}

4. 結論

ハウス栽培の熱中症・筋骨格系リスクについて、次のことが分かった。熱中症リスクについては、ハウス外の屋内作業場に比べ、ハウス内で高いことが明らかとなった。年齢の高い作業者は熱中症のリスクが高まるので、特に注意が必要と考えられた。また、筋骨格系リスクについては、このリスクを低減する余地のある農作業方法が少なからずあり、それらについては姿勢改善の普及が必要と考えられた。さらに、農業分野におけるこのようなリスク評価の実施においては、記録用紙へのリスク要因記入要請だけでなく、実際に調査者が現場に出向き、対面にて農家の方からリスク要因を聞き取る方法が有効と考えられた。この対面による調査方法は、広く現場の事情を汲み取れる点や、農家の方と持続的な信頼関係を構築できる点で、記録用紙のみを用いた方法に比べ有利であり、リスク評価の結果明らかとなった改善案の受容・普及の助けにもなると考えられた。

5. 謝辞

調査にご協力頂いた北山田町の湖南中央園芸組合の皆様と、ご指導頂いた辻村裕次先生に感謝申し上げます。

¹⁷⁾ 吉岡洋輔(H26)科学研究費助成事業 研究成果報告書「メロンの単為結果性の遺伝学的解析と育種的利用に関する研究」

¹⁸⁾ 農業経営者 2007年11月号 p.83 「ハチの毒針と熱中症から身を守る快適作業服」