

心拍数を指標としたカキ低面ネット栽培における薬剤散布作業強度の評価

米田健一^{*1}・前川寛之・井上雅央^{*2}

Evaluation of Work Intensity during Splaying in Table Shaped Persimmon Trees with a Heart Rate Index.

Kenichi KOMEDA^{*1}, Hiroyuki MAEGAWA and Masateru INOUE^{*2}

Key words : persimmon, table-shaped cultivation method, spraying, heart rate, work intensity

果樹栽培における薬剤散布作業は身体への負荷が、非常に大きい農作業の一つである。特に従来の立木栽培によるカキ栽培においては、樹高が3m以上にも達するため、作業負担はさらに大きなものとなっている。また、生産者の高齢化²⁾により散布作業に支障が生じた結果、病害虫防除に失敗する例も見受けられる。一部ではスピードスプレーヤーなどによる散布作業の機械化が進められているが³⁾大きなコストがかかるため、導入されるのは基盤の整備された大規模園に限られており、中一規模園においては殆どの生産者が手散布に頼っているのが現状である。このような状況下で効率的な薬剤散布作業を可能とするためには、栽培形態自体を省力的防除作業が可能なものに改良するというアプローチが考えられる。その一例として、作業性を最重要視して構築された奈良方式低面ネット栽培⁴⁾(以下、低面ネット栽培)が挙げられる。現在まで、筆者らは低面ネット栽培では散布薬液の付着量が上がり⁵⁾散布者の農薬被ばく程度も低くなる⁶⁾といった薬剤散布作業上の優位性を報告してきたが、薬剤散布時の作業強度についてはこれまで検討されていなかった。

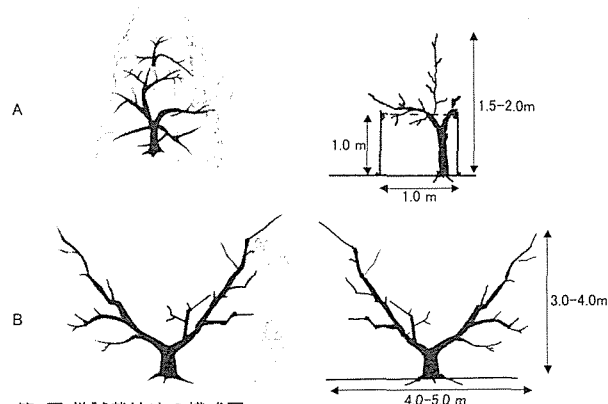
そこで、本研究では低面ネット栽培における薬剤散布作業時の身体負荷を、作業者の心拍数を指標として従来の立木栽培

の場合と比較評価した。なお、心拍数を指標とした理由は、心拍数は作業の筋力的負荷に応じて増加し⁷⁾、さらに、近年実用化されている腕時計型心拍計は非常に小型でケーブル類も必要としないため被験者の作業をほとんど妨げず、メモリにデータを蓄積できるので、測定時に作業を中断する必要も無い。そのため心拍数は農作業における作業強度を評価する場合の比較的計測しやすい指標として用いることができるためである。

実験は奈良県五條市西吉野町の奈良県果樹振興センター内の低面ネット栽培管理および、立木栽培(開心自然型)管理の2圃場において行った(第1図)。なお、双方の圃場とも品種は8年生の“富有”であり、低面ネット栽培圃場が1区6m(4樹×2列、列間2mと外周1mを含む)×16m、立木栽培圃場が1区8m(3樹×2列、株間4m)×12mであった。

年齢26-58歳の男性4名(A-D)が被験者として薬剤散布作業を行った(第1表)。なお、散布作業に用いた機器の構成は、エンジン式動力噴霧機(CP20A, ヤンマー)、ホース(50m巻)、散布竿(長さ2m)および環状10頭口ノズルであった。また、薬剤ではなく水を散布し、水圧は約2Mpaとなるように調節した。なお、被験者が普段通りの散布作業を行えるように、作業時間は被験者が充分と判断するまでとし、制限時間は特に設けなかった。

心拍数の測定には腕時計型小型心拍計(Accurex Plus; Polar社)を用い、5秒間隔で測定した。まず、散布作業を開始する前に、被験者を椅子に安静な状態で10分間座らせ、終了前3分間に測定した心拍数の平均値を、安静時心拍数とした(第1表)。次に、自転車型エルゴメーター(818E-7KP; Monark社)を用い、被験者に毎分60回転・60Wの運動負荷を標準負荷動作として5分間与え、終了前1分間に測定した心拍数の平均値を、標準負荷動作時心拍数とした(第1表)。その後、各区における散布作業を行い、作業時心拍数を計測したが、作業前には必ず被験者に安静座位で約10分間の休憩を取らせ、心拍数が低下して安定した状態から作業を開始することとした。なお、心拍数が上昇過程



第1図 供試栽培法の模式図

A:低面ネット栽培. B:立木栽培(開心自然型) Komeda et al. (2006)を一部変更.

Fig.1. Schema showing the experimental methods for cultivating persimmons; "A" shows the table-shaped method, "B" shows the typical standing-tree method.

*1 現 奈良県南部農林振興事務所

*2 現 (独)農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター

第1表 各被験者の年齢、安静時心拍数および標準動作負荷時心拍数
Table 1. Age, the resting heart rate and the heart rate at the standard power exercise of each test subjects

被験者	年齢	安静時心拍数 (拍/分)	標準動作負荷時心拍数 (拍/分)
A	26	64.8	112.9
B	44	83.1	133.0
C	53	67.2	101.2
D	58	84.0	124.9

にある作業開始後1分間のデータは除去することとした。

各被験者における作業時心拍数を第2図に示す。最小値,最大値,75,25パーセントイル,平均値のいずれも,全ての被験者において低面ネット栽培の方が立木栽培よりも低かった。なお,全ての被験者において両栽培法間での平均値の差は有意であった(p<0.01, t検定)。

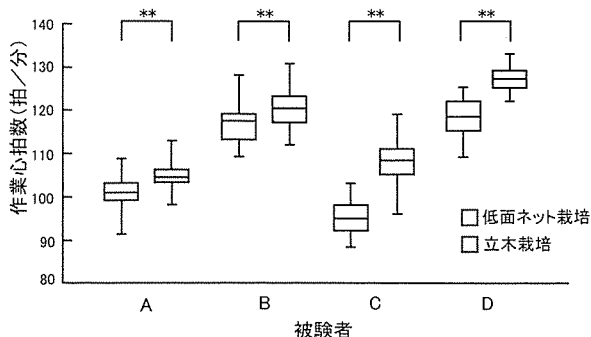
各被験者の散布作業における推定仕事率(作業時心拍数の平均値/標準負荷動作時心拍数×60W)および,心拍増加率((作業時心拍数の平均値-安静時心拍数)/安静時心拍数×100%)を第2表に示す。仕事率および心拍増加率双方とも,全ての被験者において低面ネット栽培の方が立木栽培よりもやや低かった。なお,仕事率および心拍増加率双方において,両栽培法間での平均値の差は有意であった(p<0.05, 片側t検定)。

このように,すべての被験者において低面ネット栽培の方が作業時心拍数は低かった。また,推定仕事率および被験者の測定日時による差を小さくすることができる⁹⁾心拍増加率においても同様に低面ネット栽培の方が数値は低くなった。従って,低面ネット栽培の方が薬剤散布作業時の作業負荷は小さいと考えられる。低面ネット栽培では散布対象である枝葉や果実の分布が作業者の腰から胸の高さに集中している⁹⁾ため,散布対象の分布が大きい立木栽培と比べて散布竿を操作する腕の動きが小さくなることが報告されている⁹⁾。また,低面ネット栽培では枝葉が誘引柵のフレーム内に固定・保持されるために,生産空間と作業空間の分離が図られ⁹⁾,直線的な作業道が確保されている。そのため,低面ネット栽培ではいずれの被験者も散布作業中には誘引柵に沿って直線的に歩くのみであるが,立木栽培ではそれぞれの被験者が樹間を異なる複雑な経路で歩くことが報告されており⁹⁾,低面ネット栽培においてはこのような散布経路の単純化が散布作業の軽労化に寄与している可能性も高いと考えられる。

第2表 各被験者の散布作業における推定仕事率および心拍増加率
Table 2. The estimated power at work and the increasing rate of heart rate

被験者	推定仕事率(W)			心拍増加率(%)		
	低面	立木	差 (立木-低面)	低面	立木	差 (立木-低面)
A	53.5	55.4	1.9	55.4	61.0	5.6
B	52.8	54.2	1.4	40.8	44.6	3.8
C	56.2	64.2	8.0	41.0	61.2	20.2
D	56.8	61.0	4.3	40.7	51.3	10.5
平均値	54.8	58.7		44.5	54.5	
t検定 ^{a)} (対応あり,片側検定)	p=0.041*			p=0.037*		

a: 心拍増加率はアークサイン変換後に検定を行った。
*: 危険水準5%で平均値間に有意差があることを示す。



第2図 各被験者における作業時心拍数を表す箱ヒゲ図

上下垂線はそれぞれ最大値,最小値を示す。長方形の上辺,下辺はそれぞれ75パーセントイル,25パーセントイルを示し,長方形中の横線は平均値を示す。
*: 危険水準1%で平均値間に有意差があることを示す(t検定)。

Fig.2. Box whisker plots of the heart rate during spraying using the table-shaped and typical method of cultivation.

Upper and lower vertical bars indicate the range of data collected. The upper and lower sides of the square, respectively indicate the 75th and 25th percentile. The crossbar in the square indicate means. Double asterisks indicate statistically significant differences (p=0.01, T-test) between the two methods.

以上より,低面ネット栽培の方が従来の立木栽培と比べて薬剤散布作業時の作業負荷は小さいと考えられた。今後は幅広い年代の被験者において消費エネルギーによる評価や散布時動作の詳細な解析などを行い,低面ネット栽培における作業上の特性をさらに解析していく必要がある。

引用文献

- 井上雅央・今川順一・浦崎孝行・前川寛之・小田道宏. 1999. カキの低面ネット栽培(テーブル型)の開発. 園学雑68(別2): 207.
- 加藤克明. 2003. 農業・農村の高齢化の動向と技術開発に関わる課題. 農作業研究. 38:241-246.
- 米田健一・前川寛之・井上雅央・高藤晃雄. 2004. シニアシミュレーターを利用したカキ低面ネット栽培における散布液付着状況の評価. 農作業研究. 39:205-211.
- K. Komeda, M. Nishikawa, Y. Kunimoto, J. Imagawa, Y. Kobashiri, M. Wakisaka and A. Takafuji. 2006. Minimizing worker-exposure during chemical spray by the table-shaped persimmon cultivation method. J. Pestic. Sci. 31:23-28.
- 桑名 隆・石川文武・小林 恭 編. 1994. ハイテク時代の農作業計測. (財)農林統計協会. 17-19.
- 前川寛之. 2001. ユニバーサルデザインとフェイルセーフの概念を基軸とした圃場デザイン. 農作業研究. 36(別2):65-75.
- 人間生活工学研究センター. 2003. 高齢者機能データベース. (社)人間生活工学研究センター.
<http://www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/adb/index.html>.
- 岡本一宏. 2001. 奈良の果樹産地における労働面からみた発展過程. 農作業研究. 36(別2):18-28.