

Organic Agriculture~食品安全の裏に隠れた葛藤と努力~

梶野真由果 勝沼倫子 西藤知城 福尾飛翔 松尾俊哉 森永晃史 吉澤菜々

1 目的

日本における農業従事者の平均年齢は農林水産省の平成 26 年の調査によると 65 歳以上の割合がおおよそ 64%であり、高齢者が主体となっている。また、農業には機械化できない作業が依然多くあり、作業の負荷は大きくなっている。したがって、農業は循環器疾患や熱中症などの健康障害のリスクが高いと考えられる。一方、有機栽培を行う農業者は一般農業者と比較して 60 歳以下が 47%と若い人は多い。しかし、農薬や化成肥料を使わないという特性上、作業量が多くなるため、有機栽培農業差の健康リスクは決して低くはないといえる。

本実習では農作業における熱中症のリスクを主観的ならびに客観的データを基に明らかにする。さらに、農業作業の安全・負担軽減および健康問題の予防のための提案を行う。

2 対象と方法

2.1 対象

今回、我々は米の有機栽培を行っている中道農園をフィールドに実習した。調査日時は 2015 年 7 月 9 日と 10 日の 8 時から終業までとした。その従業員 3 名（平均年齢 32 歳で、A さん、B さん、C さんとする）、並びに学生 3 名（平均年齢 24 歳）、計 6 名を対象とした。主に、A さんと松尾、B さん C さんと西藤、吉澤の 2 班に分かれて、調査した。対象となった農作業は、熊手を用いたあぜ道の除草、草刈り機を用いた草刈り、ホースを用いた肥料散布、背負い式散布機を用いた除草剤の散布であった。

2.2 方法

環境測定：熱中症計 HI-2000SD（株カスタム）を用いて、15 分ごとに気温、湿度、WBGT を記録した。

身体測定：心拍計 RS400（Polar）を用いて、心拍数（bpm）を 5 秒ごとに測定した。最大心拍数（ $=220 - \text{年齢}$ ）に対する測定心拍数の比である心拍水準 $\%HR_{\max}$ を算出した。また、活動量計 HJA-350IT（オムロン株）を用いて、活動強度（Mets）を 10 秒ごとに測定した。さらに、活動時と休憩直後に鼓膜温度を測定し測定した。これらのデータをもとに、作業負荷や熱中症のリスクを評価した。

観察・体験：ビデオカメラを用いて、農作業の様子を撮影し、姿勢の評価を行った。また、学生が農作業を体験させてもらうことで、負担を主観的に評価した。

3 結果

3.1 温熱データ

A、B、C さんの周辺の気温、湿度、WBGT の測定結果を以下の図にまとめた。

図 1 では、点線の楕円（以下、省略）* 1 で示されているように気温が 30 度以上と高くなり、WBGT も 28 度を超えていた。午後からは WBGT は 28 度に達してはいないものの、25 度以上となった。図 2 では、WBGT は 25 度を超えていた。また、* 2 で示されているように、WBGT が 30 度を超えている時間帯があった。図 3 では、* 3 で示されているように、WBGT が 30 度を超えている時間帯があった。午後からも気温は高く、WBGT は 28 度を超えている時間帯がある。図 4 では、* 4 で示されているように、WBGT が 31 度を超えている時間帯があった

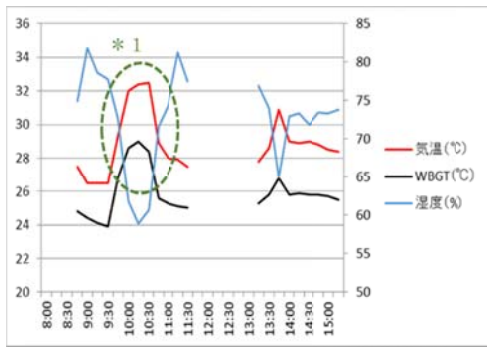


図 1. 9日のAさん周囲の温熱データ

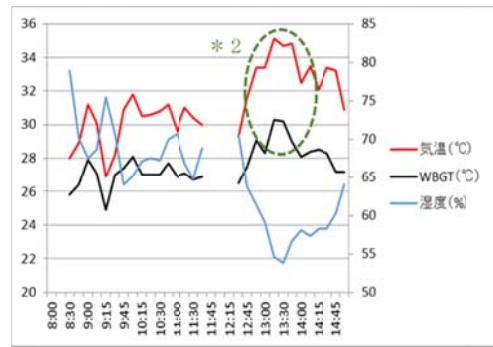


図 2. 9日のB、Cさん周囲の温熱データ

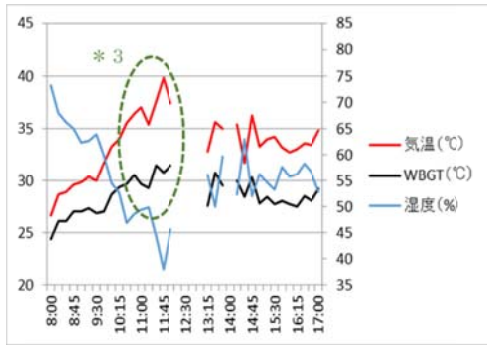


図 3. 10日のAさん周囲の温熱データ

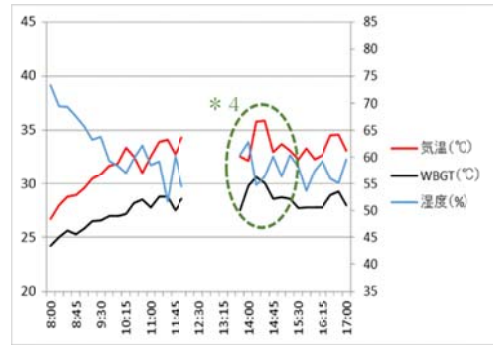


図 4. 10日のB,Cさん周囲温熱データ

3.2 身体データ

図5に9日Bさんのデータを示す。12時30分頃まで(熊手を用いたあぜ道の除草作業時)は $\%HR_{max}$ が60%に達する時間があるが、60%未満である時間が多くを占めた。この時、6 Mets に達する時間がしばしば見られる。*①で示してあるように、12時30分頃から13時30分頃にかけて(休憩時)は $\%HR_{max}$ が60%を大きく下回り、約40%まで低下している。*②に注目すると、13時30分頃から16時30分頃(草刈り機を用いた除草時)には $\%HR_{max}$ は60%を超え、さらに70%を超えている時間があった。草刈り機を用いた除草時は、*③で示すように、活動強度が6 Mets にまで上昇していた。この時間帯には6 Mets を超え、最大で9 Mets を記録する時があり、活動強度が顕著に高かった。

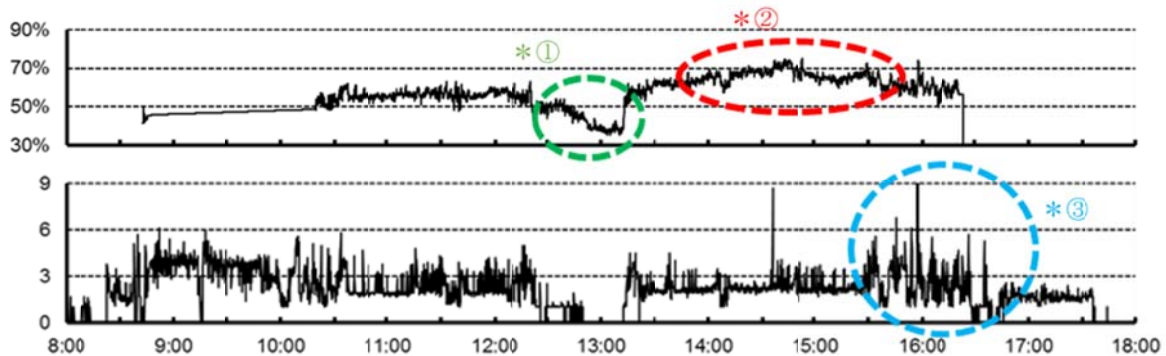


図 5. 9日Bさんの $\%HR_{max}$ (上段)と活動強度 (下段)

図6に10日Bさんのデータを示す。*④で示すように、農薬の調合時に $\%HR_{max}$ が60%を超えている時間帯があった。*⑤で示してあるように、11時頃から12時30分頃まで(ホースを用いた農薬散布時)に $\%HR_{max}$ が70%を超えている時間が続いた。この作業時には*⑧で示すように3Metsを下回る時間が多く、活動強度が低かった。*⑥で示してある12時30分頃から14時頃(休憩時間)では $\%HR_{max}$ が60%を大きく下回り、40%まで減少した。14時頃から18時頃(背負い式散布機を用

いた除草剤散布時)には*⑦で示されるように、%HR_{max}が60%にまで上昇する時間が多かった。この時、*⑨に着目すると、3Metsを超える時間もあるが、3Metsを下回る時間のほうが多かった。

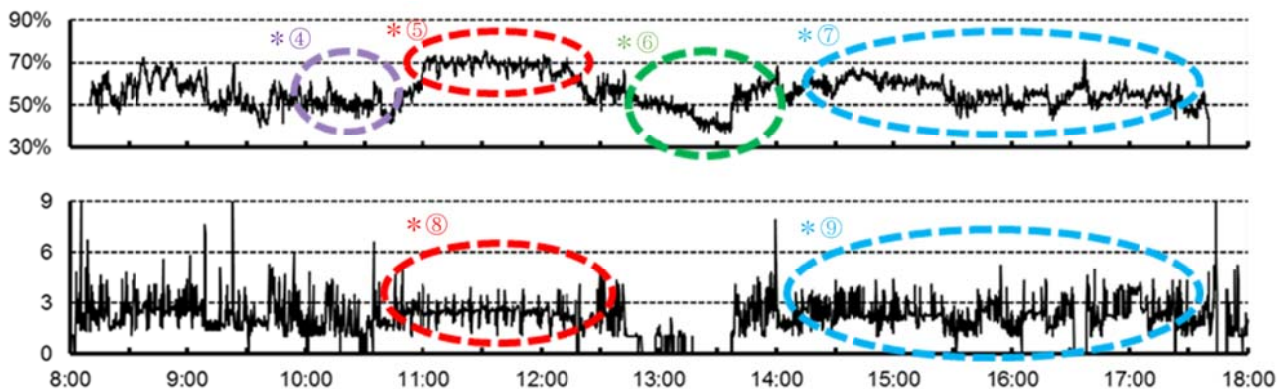


図 6. 10日 Bさんの%HR_{max} (上段) と活動強度 (下段)

表 1, 2 に Bさんの鼓膜温度の測定結果を示す。始業時間である 8 時台の温度が昼休憩直後の温度よりも高くなっている。活動時の温度は、昼休憩直後の温度よりも高くなっていることが多いことが分かった。

時刻	8:45	9:45	11:30	13:15	14:15	15:00
体温	36.9	36.4	36.7	36.2	36.4	36.8
活動内容	始業直前	あぜ道の除草	土手で草刈	休憩直後	草刈	草刈

時刻	8:15	9:30	10:30	12:45	13:45	15:45
体温	36.3	35.9	36.4	36.2	36.3	36.1
活動内容	始業直前	肥料まき	農薬まき	休憩直後	除草剤まき	除草剤まき

3.3 観察結果



左. 田んぼのあぜ道に除草剤散布 中央. ホースを用いた肥料散布 右. 草刈り機を用いた草刈り



左. 背負い式散布機を用いた除草剤散布 右. 背負い式散布機を用いた肥料散布

3.4 体験

今まで農業体験をしたことがない学生が、実際に体験した感想を述べる。

松尾（30）は、実際に 25 kg 相当の化学肥料を装入した散布機（計約 40 kg）を背負い、水田の中をおよそ 100m 歩いた。水田の中は、ぬかるみでかつ歩く際に足がスムーズに抜けずバランスをとるのが難しかった。エンジンをかけて、散布することを考慮すると相当厳しい農作業に感じられた。この農業体験を行った次の日は、肩が筋肉痛になっていた。

吉澤（21）はあぜ道の除草作業を数十分間行った。土手や道路の上から水田の中の雑草を熊手で取り除いていく作業だったため、前傾姿勢になってしまうことに加えて、雑草と共に泥も一緒に引き上げるという形になるので、思っていたよりも力を必要とする作業で腰が痛くなった。中道農園の方は熊手を器用に使い、腰に負担がかかりにくい姿勢で作業をされていた。

4 考察

まず、熱中症について簡単に述べる。熱中症の発症には、性、年齢、既往歴や健康状態などの個体因子の他に、そのときの湿度、気流、輻射熱などの温熱環境因子、さらには運動／活動強度など様々な要因が作用する。従って、これらの要因を考慮した予防指針を策定する必要があるが、発症要因が複雑多岐にわたるため、一般的には熱中症リスクの指標として WBGT（Wet-Bulb Globe Temperature, 湿球黒球温度）を用いる。WBGT とは、人体の熱収支に影響の大きい湿度、輻射熱、気温の 3 つを取り入れた指標で、乾球温度、湿球温度、黒球温度の値を使って計算される。そのレベルによって、日本体育協会が「熱中症予防運動指針」として「運動は原則中止」（31℃以上）、「嚴重警戒」（28~31℃）、「警戒」（25~28℃）、「注意」（21℃~25℃）、「ほぼ安全」（21℃未満）の 5 段階に分類している。WBGT が高いほど熱中症リスクが高いことを示しており、高ければ運動制限や適当な水分補給や休息をとることが大事である。

9 日の熱中症リスクについて

B,C さんが草刈り機を用いた除草作業を行っていた 13 時 30 分から 16 時 30 分に注目する。結果から、この時間に WBGT が 30℃ を超え、%HR_{max} は概して 60% を超えており、70% 以上となっている時間が存在することがわかる。活動強度に関しても、斜面において除草作業を行っていた 15 時 30 分から 16 時 30 分頃に活動強度が 6Mets にまで上昇し、最大で 9Mets まで達し、顕著に高くなっている。これは稼業現場が急な斜面であり高低差が大きかったため活動強度の顕著な上昇を招いたものと考えられる。さらに、B さんの鼓膜温度を見てみると、あぜ道での除草と草刈りで温度が昼休憩直後の温度よりも上昇しており、活動により体温が上昇していると考えられる。なお、8 時台の鼓膜温度が昼休憩直後の温度よりも高くなっているのは、朝始業前にラジオ体操をおこない、始業前の準備を行うため動き回ったため温度が高くなっていると考えられる。

以上から、9 日の B,C さんは WBGT が高い環境下で運動強度、活動強度ともに高い作業を行っていることがわかり、熱中症のリスクは非常に高かったことがわかる。

10 日の熱中症リスクについて

まず、ホースを用いた農薬散布作業が行われていた 11:00 から 12:00 頃に注目する。この時間 WBGT は 28℃ 前後であり、%HR_{max} が 70% を超えている時間が続いている。この作業について従業員の方は最もつらい作業であると語っており、%HR_{max} の顕著な上昇はそれを裏付けるものであると言える。背負い式散布機を用いた除草剤散布作業を行っていた 13:30 頃から 14:30 頃にかけては WBGT が 31℃ を超えている時間が存在する。%HR_{max} は 60% にまで上昇する時間が多く目立つ。10 日においても、9 日と同様、活動時は休憩直後の温度よりも高くなっていることから、活動により体温が上昇し、熱中症

のリスクは増加したと考えられる。

以上から、運動強度の最も高い作業をしている時間帯と気温、WBGT が高い時間帯は被らなかったものの、WBGT の高い時間の存在や運動強度の高い作業の存在から、熱中症のリスクは存在していたことがわかる。

5 改善の提案

農作業を行う時間を朝、夕方に分けることで日中の作業を避ける。7月の最高気温の平均は30度であるが、8月は35度に達する。したがって、日中の業務は非常に危険であるといえるため、気温の高くない早朝（6時から10時）と夕方（15時から18時）に行うとリスクは低減すると考えられる。しかし、実際は人が暑さに慣れていないため、昨年までのデータでは8月より7月の方が熱中症発生数は多く、7月から熱中症になりやすいという注意喚起も必要である。さらに、昨年までのデータでは16時台の発症が最も多いことがわかるため、体感では涼しいので無理をしまい熱中症となることが考えられるので、油断しないよう注意して業務を行うことが必要となる。しかし、出勤時間が早くなり、かつ、退勤時間が遅くなり、拘束時間が長くなるという問題があるので実施は難しいかもしれない。

肥料の散布にはヘリコプターなどを使用する。肥料や農薬の散布機を背負って水田を歩くことが大きな負担になるので、それを機械化することが解決策である。しかし、重量のある機械を水田に入れるとその重みで水田がどんどん深くなってしまいう問題がある。また、稲を踏み潰してしまうという危険もあるため、重量のあるものを水田に入れることは除外される。したがって、地に足を付けないヘリコプターが解決策と考えられるが、問題点もある。

6 結論

フィールド調査により、対象となった農作業には少なからず熱中症のリスクがあることがわかった。7月上旬の時点で、WBGTが31度を超えることがあったので、7月下旬から8月中は熱中症のリスクがかなり高い状態で、農作業を行わなければならないということになる。気温が夏に向けて上昇することは、自然の摂理で仕方ないことであるため、作業では高温の時間帯を避ける、給水・休憩を適宜とることが考えうる解決策である。また、医学の知識を持つ者がフィールドにはいることによって、農作業における危険性が明らかになり、従事する方々が自分の行う業務におけるリスクを知ることで、熱中症や農作業事故を未然に防ぐことにつながると考えられる。医学の知識を持つ者がフィールドにはいて、作業や人々の暮らしを観察・調査することは今後も必要なことであり、我々もその意義深さが十分に理解できた。

7 発表であった質問に対する回答

農業における機械化への壁について

今回調査した作業の多くを占めていた草刈り及び農薬・肥料・除草剤まきについて、完全なる手作業になかったにしろ炎天下の中、長時間作業を行うには非常に厳しいものが感じられた。それらの作業における機械の導入はどこまで行えるのか、検討してみる。

まず、草刈りについて、結論からいって、今の技術力では自走式草刈り機は実用に至っていない。その理由として最も大きいものが自走性の問題である。草刈りが行われると想定されている場所は坂道が多く、平面であったとしても土の上であるので足場の柔らかさに差が出てしまい、安定した走行が望めるものではない。

次に農薬・肥料・除草剤まきについて、農業の根幹ともいえるこの作業、生産性を上げるために必須であるため、どの農家でも行われている。しかし、今回の調査で行ったように歩いて撒くといったやり方で行われていた。小型の産業用無人ヘリコプターが使われているケースもある。中道農園では多く水

田を所有しているけれども、そのほとんどが飛び地になっており、一つ一つ面積はそれほど大きいわけではないのでピンポイントに自分の水田にだけまくような技術は今の無人ヘリコプターにはない。風の向き。風速、どれをとっても完璧に予測してまくのは不可能である。

活動強度の測定方法

メッツ(Mets)とは身体活動の強度を示す単位で、その活動が安静時の何倍に相当するのかを表す単位である。身体活動量の測定には様々な方法があるのだが、今回の実習では測定が簡便で比較的安価、測定精度も良好との結果が出ている加速度法を使った活動量計により測定した。使用した活動量計には重いものをもって静止するという活動を測定できないという限界がある。しかし、今回のフィールドワークでは静止した重筋作業や座り作業はほとんどなかったため、有用なデータは得られたと考えられる。

WBGT 高値における激しい運動について

日本体育協会が 1994 年に出した「熱中症予防のための運動指針」によると、「WBGT 温度が 31 度以上では、皮膚温より気温の方が高くなるため、特別の場合以外運動は中止する」とある。そして「WBGT 温度が 28~31 度では熱中症の危険が高いので激しい運動や持久走など熱負担の大きい運動は避ける。運動する場合には積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さに慣れていないものは運動中止。」とある。ここで記されている「激しい運動」とは、具体的にどのような運動なのかについて考察する。

まず、激しい運動の定義に関して、今回私たちは心拍数による運動強度の評価をもとにした場合の定義を用いることにする。「筋肉アカデミー」によると、激しい運動とは 85%HR_{max} 以上の運動のことを指す。90~100%HR_{max} の運動としては無酸素トレーニングがある。無酸素運動とは本当に酸素を取り入れないでする運動という意味ではなく、あくまでも運動の強度が高いために酸素を使うことができず、糖質を筋肉に溜めておいたグリコーゲンを主原料として行う運動のことであり、有酸素運動でも運動強度をどんどん強めてゆくと、徐々に無酸素的な運動に変わっていく。以上のことから心拍数による運動強度の評価をもとに「激しい運動」を定義すると、筋トレ、重量挙げ、ダッシュなどの無酸素運動が高い比率を占める運動が「激しい運動」であると考えられる。

謝辞

野洲市中道農園の中道唯幸さま、従業員の皆様におかれましては、お忙しいなか、私どもの調査研究にご協力くださり、本当にありがとうございました。また、この度の調査では、担当教員である滋賀医科大学社会医学講座辻村裕次先生には、調査の事前準備からプレゼンテーション、報告書のご指導下さり、本当にありがとうございました。この場をお借りして御礼申し上げます。

参考文献

1. 中沢孝 2013 「健康成就のために重要な身体活動量測定にかかる課題」 科学技術動向
2. 生気象学会 2012 「日常生活における熱中症予防指針 ver.3 確定版」
3. 環境省 2004 「ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討義務報告書」
4. トライアスロン解体新書 「運動強度の決め方」<http://do-triathlon.com/training/basic-hr-training/>
5. 衛生学講義プリント 2015 「疲労調査・筋電図測定と解析・姿勢分析」
6. 農林水産省 生産局農産部農業環境対策課 2013 「有機農業の推進に関する現状と課題」