

氏名	齊藤雄司
学位(専攻分野の名称)	博士(環境共生学)
学位記番号	甲第746号
学位授与の日付	平成29年3月20日
学位論文題目	夏期ハウス栽培農作業時における熱中症の発生状況およびその予防対策
論文審査委員	主査 教授・博士(医学) 樫村修生 教授・博士(農芸化学) 古庄律 教授・博士(身体教育学) 上岡洋晴 博士(医学) 星秋夫*

論文内容の要旨

1. 研究の背景と目的

日本国内において、地球温暖化の影響は健康や社会に大きな影響を与えており、気象庁気象研究所や国立環境研究所(2011)の予測では、今後も夏の高温化が進み、熱中症発症の増加が予測されている。その特徴のひとつとして、熱中症は高温多湿な環境下で体内の水分や塩分のバランスが崩れることで発症するが、加齢とともに体温調節機能が低下することにより体内に熱が蓄積され、高齢者で発症が多発している。とくに農業分野においては、国内農業従事者の平均年齢が2015年に66.4歳に達していることから、高齢化による熱中症発症の危険性が高まっている。農業現場における熱中症死亡事故件数は、2006年から2015年の間に合計172件あり、年々増加傾向にある。過去、農業現場の作業環境に関する研究において、鈴木ら(2011)は、加齢による体温調節反応の低下から農作業時の熱中症発症の危険性を指摘しており、また澤井ら(2011)および登内ら(2013)は、ハウス栽培作業中の暑熱環境曝露による作業負担増大の問題を示した。前述の農作業現場における熱中症の死亡件数の内、農業ハウス等施設内では19件(11.0%)発生しており、いずれも70歳以上の高齢者の発症であった。国際競争や高品質化する消費者の要望に応えるため、天候に左右されず、高度な技術を活用できる農業ハウスやガラス室栽培は興隆しており、国内農業生産延べ面積の減少に反して、今後もハウス栽培は期待されている。近年、農林水産省はハウス内作業における熱中症発症の予防喚起を行っている。しかしながら、農林水産省における熱中症予防対策は、厚生労働省が進めている建設業や製造業における独自の具体的対策に比べ、他省庁の予防対策の活用と農林水産省生産局発行の農作業安全のため

の指針に留まっている。

農業における熱中症対策が遅れている原因としては、個人経営農家が中心であり、個々の従事経験と知識から熱中症を自己判断する傾向があるため組織的対策が講じられにくい業態であること、また農業従事者の生活習慣や食習慣等を含めた複数側面から調査した研究が従来ないことが影響していると考えられる。そこで本研究では、高齢化が進む農業において、年間を通じて高温化での作業が求められ、とくに熱中症対策が必要とされるハウス栽培農業従事者を対象として、熱中症発生に係るアンケート調査、および農業現場での体温調節反応に関する実験を以下のように実施した。その結果から、農作業時の熱中症発症に起因する因子を多面的に解析し、以下の3点を明らかにすることを目的とした。

- (1) ハウス栽培農業従事者における熱中症の認識、発症の実態、水分補給状況を明らかにする。
- (2) ハウス栽培農業従事者における既往状況、生活習慣および食習慣の調査から、熱中症発症に係る要因を明らかにする。
- (3) 夏期暑熱環境下ハウス栽培農作業現場において、実際の農業従事者における体温調節反応の変化を測定し、熱中症発症の危険性を評価する。

これらの調査から、ハウス栽培農業従事者における熱中症発症の危険性の実態を明らかにし、農業従事者に対する具体的予防対策を提示する。

2. 研究方法

- (1) 「ハウス栽培農業従事者における作業時の熱中症の発生および水分補給の実態」

本研究は、2013年6月初旬から同年7月末までの2ヶ

* 桐蔭横浜大学大学院スポーツ科学研究科 教授

月を調査期間として、埼玉県春日部市と周辺市町、山口県宇部市と周辺市町村在住のハウス栽培農業従事者 257 名にアンケート調査を行った。調査項目は、熱中症ということばや症状の認知の有無、夏期農作業中の熱中症既往経験の有無であり、既往判断は、専門医師によるものではなく、従事者本人の主観的なものであった。その回答は、雇ったことのある主観的既往、雇っていない主観的非既往、雇ったことがあるかわからない者を既往不明として分類した。また、熱中症の症状 13 項目の発症有無は、重症度別に軽度（Ⅰ度）：中等度（Ⅱ度）：重度（Ⅲ度）に、熱中症の自覚症状を定義分類し、本来の医学的熱中症の評価とし、作業中に何らかの症状を発症した者は客観的既往、症状なしは客観的非既往とした。水分補給状況は、作業前、作業中および作業後に分類し比較した。

(2) 「ハウス農業従事者における熱中症既往と生活および食習慣の関連」

本研究は、研究（1）のアンケート調査時において、基本属性（性別、年齢、身長、体重、基礎疾患）、生活習慣（睡眠、喫煙、飲酒）、食生活（朝食、朝食時の味噌汁・スープ、作業前の水分補給の種類）について実態を調査し、13 項目の症状の発症経験をもつ客観的既往を重症度別に、軽度：中等度+重度：症状なしに分類し、 χ^2 二乗検定を行った。

(3) 「夏期暑熱環境下ハウス栽培作業時における農業従事者の体温調節反応」

本研究は、2013 年 8 月下旬から 9 月上旬、埼玉県および神奈川県の日作地帯の専業農家のハウス栽培従事者、男性 20 名（65 歳以上 7 名、65 歳未満 13 名）を対象に、ガラス型ハウス内作業（95% 以上は花卉栽培および土壌作り）を、8 時から 12 時頃の晴天日に行った。作業者の体温調節反応を調べるため、作業前後の体重および鼓膜温、作業時の心拍数、汗中塩分濃度、水分補給量、口渴感（VAS 法）を測定した。合わせて、ハウス内外環境（乾球温度、相対湿度、黒球温度、WBGT）も測定した。以上の調査に当たっては事前に大学倫理委員会の承認を得た後、対象者に対して十分な説明と理解を得た上で実施した。

3. 結果および考察

(1) 「農業従事者におけるハウス栽培作業時の熱中症の発生および水分補給の実態」

ハウス栽培農業従事者の熱中症の知識は、“熱中症”のことば自体の認知が 97.3%、“諸症状”の認知は 90.3%であった。症状の認知について、年齢別は 65 歳未満

93.9% に対して、65 歳以上が 85.6% であり、多くの従事者が認識している回答であった。自己申告による熱中症の主観的既往状況は、既往者 29.6%、非既往者 49.0%、症状がわからない者 20.2% であった。主観的非既往の中で、医学的な症状 13 項目を既往した、いわゆる客観的既往者が 55.6% 存在し、症状がわからない者のなかには客観的既往者が 80.7% 存在した。主観的既往と客観的既往には食い違いがみられ、実際は熱中症に呈していても、熱中症ではないと判断している者の存在が明らかになった。

水分補給について、作業前の補給者 79.9% は、作業中群の補給者 86.6% および作業後の補給者 86.6% に対して有意に少なかった ($p < 0.05$)。また、水分補給者は、65 歳以上で作業前 80.0%、作業中 90.0%、65 歳未満で作業前 79.9%、作業中 90.0% であり、それぞれ作業前が作業中より有意に少なかった ($p < 0.05$)。夏期暑熱環境下では、各種農作業時の熱中症予防のために水分補給の必要性が啓発される中で、水分未補給者は、作業前 19.7%、作業中 7.5% および作業後で 9.7% 存在した。水分補給に対して体内の水分吸収時間や水分補給率を考慮すると、作業前に水分未補給者は、作業時の大量な発汗により脱水症状や体内の塩分不足を引き起こす危険性が懸念される。

(2) 「ハウス農業従事者における熱中症既往と生活および食習慣の関連」

研究（1）において、ハウス栽培農業従事者の熱中症発症の誘因となる生活習慣および食習慣に注目し、アンケート調査の結果から既往要因を分析し予防対策を検討した。

1) 既往者と非既往者の属性の比較

65 歳以上において、非既往者 61.1% は、中等度+重度者 38.9% に比較して有意に多く ($p < 0.05$)、65 歳未満では非既往者 43.3% は、中等度+重度者 56.7% に比較して有意に少なかった ($p < 0.05$)。65 歳以上の高齢者は、加齢による体温調節機能の低下などが熱中症症状を増悪させる可能性が示唆された。

2) 生活および食習慣が熱中症既往に与える影響

睡眠 7 時間未満は、非既往者は 26.2%、軽度者 73.8% であり、軽度の既往者に睡眠 7 時間未満が有意に多かった ($p < 0.05$)。毎日の朝食では、欠食者が非既往者 23.8%、軽度者 76.2% であり、軽度者に欠食が有意に多かった ($p < 0.05$)。

睡眠 7 時間未満は、非既往者 38.4%、中等度+重度者 61.6% であり、中等度+重度者に 7 時間未満が有意に多かった ($p < 0.05$)。毎日の朝食は、欠食者が非既往者

33.3%, 中等度+重度者 66.7% であり, 中等度+重度者に欠食が有意に多かった ($p < 0.05$)。作業前に補給する水分の種類は, 全体ではお茶と水が 8 割を超えていたが, スポーツドリンク補給者は, 非既往者 15.0% に比較して中等度+重度者 85.0% であり有意に多かった ($p < 0.05$)。本研究において, ハウス栽培農業従事者の生活および食習慣の中で熱中症発症の誘因は, 日常生活における睡眠時間, 朝食摂取および作業前の塩分を含んだ水分補給であることが示された。水分補給では, 中等度+重度者の一部の既往者は, 熱中症に罹った経験から, 補給する水分や塩分を考慮し, スポーツドリンクを摂取している者が見られた。しかし, 本研究におけるハウス農業従事者では, 重症度に関係なく作業前の水分未補給者や塩分を含まないお茶と水の水分補給者が多く存在し, 作業前の水分補給方法の改善が急務と考える。

(3)「夏期暑熱環境下ハウス栽培作業時における農業従事者の体温調節反応」

ハウス内 WBGT および乾球温度は, 平均 $29.0^{\circ}\text{C} \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ および $34.4^{\circ}\text{C} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ で熱中症発症の嚴重警戒の環境下で実施された。作業時の心拍数は平均 108.3 ± 5.6 拍/分であり, 相対的作業強度は平均 $49.3 \pm 2.5\%$ であった。作業中の時間当たりの発汗量は 432.16 ± 146.81 g/hr, 推定塩分損失量は 0.55 ± 0.35 g/hr, 作業による時間当たりの鼓膜温上昇量は $0.27 \pm 0.10^{\circ}\text{C/hr}$ であった。発汗量に対する水分補給率は, $36.2 \pm 7.8\%$ であった。また, 作業終了時の脱水率および口渴感は, それぞれ $2.15 \pm 0.15\%$ ($0.92 \sim 3.51\%$) および $56.0 \pm 17.9\%$ に達した。さらに, 年齢と脱水率, 体温上昇量, 推定汗中塩分損失量の間には, それぞれ正の相関関係がみられ ($p < 0.05$), 年齢と水分補給率および口渴感変化量の間には, それぞれ負の相関関係がみられた ($p < 0.05$)。

本研究では, 夏期ハウス栽培農作業時の高齢作業者は若齢作業者に比べ, 多い発汗量に対して水分補給率が低く, そのため脱水率が高くなり, また推定汗中塩分損失量も極めて高く, 熱中症のひとつである熱けいれんなどの症状を呈する可能性が示唆された。農作業の経過とともにう口渴感の上昇の低下は, 若齢作業者に比較して高齢作業者が多いことから, 高齢作業者はどの渴きを感じていなくても, 作業時の発汗量を補う量 (1 時間にペットボトル約 1.5 本分の水分) を, 休憩を挟みながら, また作業中であっても数回に分けて小まめに摂る必要がある。また, 高齢作業者は, 発汗量の増加にともな

い, 汗中塩分損失量も多いことから, それを補完する塩分を含む十分な水分補給の必要性も示された。また, 作業環境面からの熱中症予防対策として, ハウス内作業現場では温湿度計だけでなく熱中症発症の危険性を警報できる WBGT 計の設置も合わせて必要であると考ええる。

4. まとめ

本研究において, ハウス栽培農業従事者における具体的な熱中症予防対策を検討するため, 農業従事者に対してアンケート調査ならびに夏期暑熱環境下ハウス内農作業時の体温調節反応の測定を実施し, 下記のことが明らかになった。

(1) 研究 1 では, ハウス栽培農業従事者には, 熱中症に罹っているにもかかわらず, 自分では熱中症発症に, 気づいていない者の存在が示された。作業前の水分未補給者は, 作業中, 作業後に比べ多く存在し, 熱中症の知識について再教育する必要性が明らかになった。

(2) 研究 2 では, 中等度および重度の熱中症既往の誘因として, 睡眠時間 7 時間未満, 朝食の欠食が示され, また, 農作業前の水分補給の種類は, 塩分を含まないお茶と水が 8 割を占めたことなどが明らかになった。日常生活の中で, 十分な睡眠時間の確保等の体調管理を行い, 作業前の食事の工夫や水分補給方法の改善などの教育と管理の必要性が明らかになった。

(3) 研究 3 では, 夏期暑熱環境下のハウス栽培農作業時における高齢農業従事者は, 発汗量および汗中塩分損失量の多さに対し, 口渴感の感度低下により水分補給量が減少し, これが脱水率を高くし, 体温上昇率が大きくなり, 熱中症発症の危険性が高くなることが示された。高齢農業従事者は, 若齢農業従事者以上に, 多くの発汗により損失した水分と塩分の補給のため水分補給の量と頻度を多くする必要性が明らかになった。

本研究の結果から, 作業前の水分補給と睡眠の不十分さや, 塩分を含んだ水分補給の不足等, 農業従事者の生活および食習慣が, 熱中症発症の誘因に影響することが明らかになった。また, 口渴感の低下等, 従事者の年齢に準じた体質の違いが影響することも明示化された。これらの結果から, ハウス栽培農業従事者に対する熱中症予防対策は, 症状や予防対策等一般的な熱中症に係る正確な知識や最新情報の周知とともに, 従事者の年齢, 体調や作業環境, 生活および食習慣等, 個々の状況に則した予防対策の検討が重要であると考えられる。

審査報告概要

近年、ハウス農業従事者が、夏期の農作業時に熱中症で死亡および救急搬送される事故が多くみられるようになってきたが、農林水産省における熱中症予防対策が極めて遅れている現状があり、ハウス農業に特化した熱中症予防対策を具体的に提示することは、緊急の課題になっている。本研究は、まず、ハウス農業従事者に対して熱中症発生の状況について現状調査を実施し、熱中症の症状に対する認識不足や予防対策の知識不足を明らかにし、熱中症に対する知識と具体的予防対策が必要であることが明示した。また、ハウス栽培農業従事者を対象に、夏期の作業時の体温調節に関する医学生理学反応の

測定を実施し、とくに、高齢農業従事者ほど、作業時に口渇感の低下から水分補給率の低下と発汗量の増加が生じ、結果として脱水率が高くなり高体温になり、熱中症発症の危険性が高くなることを明らかにし、高齢者に対する具体的な熱中症予防対策を提示することができた。本研究は、ハウス栽培農業従事者の熱中症に関する研究として新規性があり学術的価値の高い研究であるとともに、農業現場で遅れている具体的な熱中症予防対策を提案でき社会的価値もある研究として評価された。よって審査員一同は、博士（環境共生学）の学位を授与する価値があると判断した。