

労災疾病臨床研究事業費補助金

熱中症予防等に資する一般定期健康診断を通じた効果的な  
健康管理に関する研究（14020201-01）

平成27年度 総括研究報告書

研究代表者 堀江 正知

平成 28（2016）年 3 月

# 目 次

I. 総括研究報告	
1. 職場で熱中症を発生しやすい労働者の特徴に関する症例対照研究 権守直紀、田中友一朗、田中貴浩、川波祥子、堀江正知	1
2. 建設業と交通警備業で熱中症を発生した労働者の特徴に関する研究 権守直紀、田中友一朗、田中貴浩、川波祥子、堀江正知	12
3. 体温が上昇しやすい労働者の特徴に関する研究 田中友一朗、権守直紀、田中貴浩、川波祥子、堀江正知	20
II. 研究成果の刊行に関する一覧表	43
III. 研究成果の刊行物・別刷	44

## I. 総括研究報告

### 職場で熱中症を発生しやすい労働者の特徴に関する症例対照研究

研究代表者 堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

権守直紀、田中友一朗、田中貴浩、川波祥子、堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

#### 研究要旨

熱中症を発症しやすい個人の特徴を明らかにすることを目的に、平成 27 年の夏期に暑熱な環境下で就業した労働者を対象に熱中症の症例対照研究を行った。平成 27 年は 8 月中旬以降に涼しい日が継続したことから熱中症の発症者数は予定数に達しなかったが、肥満者に多いという傾向は認められなかった。有病者については症例数が少なく解析できなかった。一方、飲酒後に十分に水分を摂取していない者に多い傾向を認めた。

#### A. 研究目的

熱中症は、業務による死亡者が毎年約 20 人も発生している重大な職業性疾患であり、その防止は第 12 次労災防止計画の重点対策である。本研究は熱中症を発生する労働者の個人特性を探究することをめざして、熱中症を発症した労働者（症例）と発症しなかった労働者（対照）を比較して、直近の健康診断結果及び当時の熱中症発生に影響を与えた可能性のある要因を収集し、熱中症の発症に寄与した個人要因を調査することを目的とした。

#### B. 研究方法

産業医科大学医学部卒業生のうち主に産業医が登録しているメーリングリスト（産業医約 500 名を含む）に呼びかけ、暑熱な環境下で作業に従事する労働者のいる事業場のうち研究への協力が得られた 21 事業場の専属産業医を対象とした。平成 27 年に、産業医が熱中症を発症した

と診断した労働者（症例）及び症例と同一の職場で就業する同性で最も年齢の近い労働者（対照）とした。症例及び対照のうち同意が得られた者について、直近の健康診断結果を収集した。また、熱中症を発症した日時、作業の経験年数、暑熱な作業への従事日数に関する情報を収集するとともに、発症時の症状、熱中症に関する知識、生活習慣を尋ねる調査票（別紙 1、別紙 2）への記入を求めて、その結果を収集した。なお、これらの情報の収集に際して、産業医には個人が識別できる符号を残して匿名化した。症例と対照の比較は Fisher の直接法又は Wilcoxon の順位と検定により行った。なお、事前に産業医科大学倫理委員会の承認を得て実施した。

#### C. 研究結果

研究への協力が得られた 21 事業場はすべて製造現場を有する事業場であった。これらの事業場において健康管理の対象

である労働者数は62,744名で、このうち、平成27年中に熱中症を発症した者は20名で、発生率は0.03% (20/62,744名)であった。症例の年齢は40.1±13.4歳で、男性16名、女性4名であった。発症日時は7月20日から8月10日の午前10時と午後2時にピークを認めた(図2、3)。症例は、日勤者が多く(図4)、作業経験年数は0~5年と短い者が多かった(図5)。また、暑熱な作業に従事後5日以内で発症した者が多かった(図6)。症例と対照について比較すると、既往歴について有意差は認められなかったものの症例のほうが総数や内服薬が多い傾向を認めた(表1、2)。また、健康診断結果を比較すると(表3)、症例ではBMIが有意に低い結果であった(図7、 $p=0.036$ )。ただし、症例のBMIは幅広い分布を示していた(図8)。その他の健康診断結果には有意差を認めなかった(図9~11)。症例が発症した時に呈した症状では、倦怠感・虚脱感、吐き気・嘔吐、頭痛が多かった(図12)。また、調査票の結果については、症例では生活習慣のうち「アルコールを飲んだ後は十分に水分補給をしていますか？」の質問で「はい」を選んだ人が有意に少なく( $p=0.023$ )、WBGT値を知っていると回答した人は全体で18.8%と質問項目のうち最も低い割合にとどまった(表4)。

#### D. 考察

平成27年夏期の天候は、全国的に8月中旬から涼しくなり、症例の発生は8月9日が最後となり、当初100事例を収集しようとした目標に達しなかった。症例数が少なく、多くの調査項目で対照との

比較ができなかったが、症例のほうが対照よりもBMIが有意に低く、やせ気味の方が熱中症になりやすかったことは予想に反する結果であった。その理由として、調査対象となった事業場の労働者ではBMIが皮下脂肪の多い肥満を反映したものではない可能性や作業の経験年数や従事日数が少なかったことを併せて考えると暑熱な作業への順化が不足していた可能性があると考えた。これらの健康診断項目の特徴については、平成28年も調査を継続して症例数を増やして検討する必要がある。また、専属の産業医が健康管理を担当している大手事業場においても依然としてWBGTの認知度が低いことが明らかとなったことから、一層の周知が必要と考えた。さらに、アルコールを飲んだ後は十分に水分補給をするよう生活習慣の改善を指導する必要があると考えた。

#### E. 結論

専属産業医が健康管理を担当する事業場で熱中症を発生した労働者の個人的特徴を調査し、BMIがむしろ小さく飲酒後に十分に水分を摂取していない者に多い傾向を認めた。健康面の特徴を検出するには、症例数が少なかった。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

なし

#### H. 知的財産権の出願・登録情報

なし

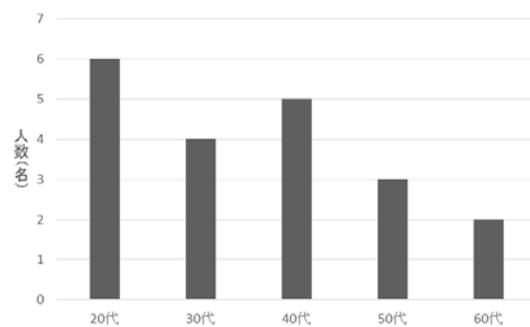


図1 症例の年代

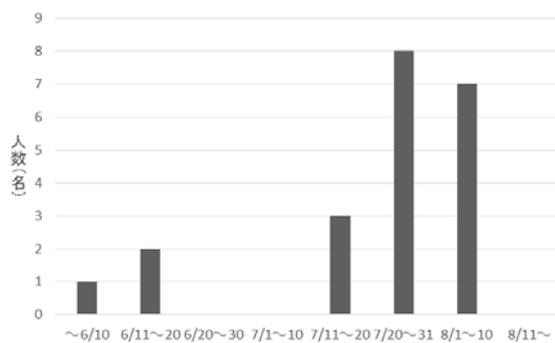


図2 症例が熱中症を発症した日

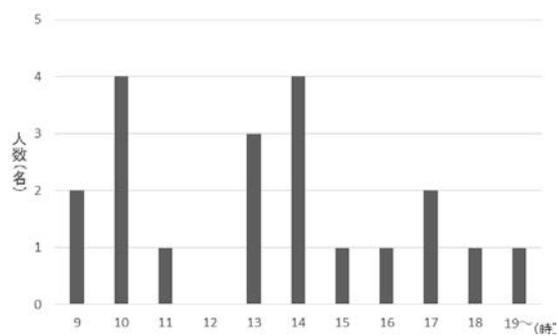


図3 症例が熱中症を発症した時間帯

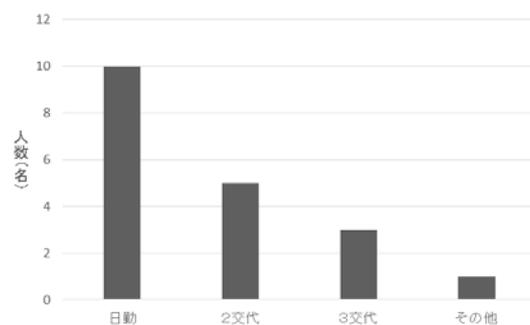


図4 症例の勤務形態

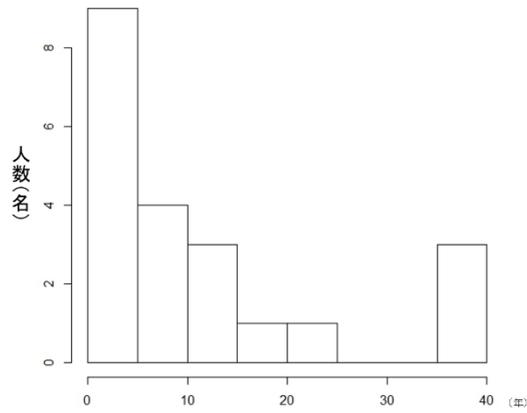


図5 症例の作業経験年数

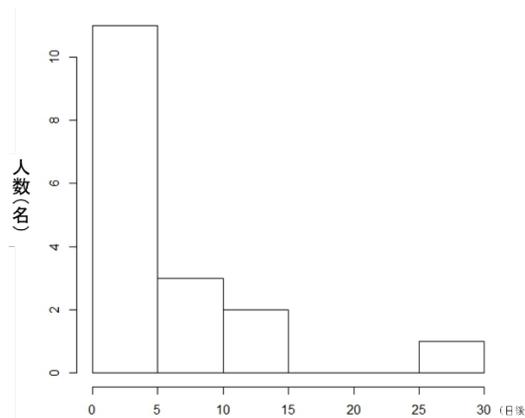


図6 症例の暑熱作業開始から熱中症発生までの経過日数

表1 症例と対照が有する既往歴

申告された 既往歴	症例		対照	
	あり	なし	あり	なし
高血圧	4	16	2	18
心疾患	0	20	0	20
糖尿病	0	20	0	20
脳血管疾患	0	20	0	20
神経疾患	0	20	0	20
腎疾患	1	19	0	20
呼吸器疾患	2	18	0	20

(Fisher の直接法で有意差無)

表 2 症例と対照の内服薬

申告された 内服薬	症例		対照	
	あり	なし	あり	なし
降圧薬	2	18	0	20
利尿薬	0	20	0	20
糖尿病薬	0	20	0	20
抗精神薬	1	19	0	20
抗てんかん薬	0	20	0	20
パーキンソン病薬	0	20	1	19
片頭痛治療薬	0	20	0	20
抗コリン薬	0	20	0	20

(Fisher の直接法で有意差無)

表 3 症例と対照の直近の健康診断結果

	症例					対照					p値
	平均値	SD	最少値	最大値	N(名)	平均値	SD	最少値	最大値	N(名)	
身長(cm)	165.9	7.0	148.8	177.7	20	166.5	6.3	153.0	180.0	19	0.922
体重(Kg)	60.1	12.3	42.8	89.8	20	67.4	9.6	51.2	84.6	19	<u>0.026</u>
BMI(Kg/m <sup>2</sup> )	21.9	3.7	16.9	29.0	20	24.5	3.9	16.3	30.6	19	<u>0.036</u>
腹囲(cm)	76.9	10.7	61.0	99.0	16	82.0	7.5	69.8	95.5	14	0.065
収縮期血圧(mmHg)	120	20	93	171	20	128	14	108	156	19	0.131
拡張期血圧(mmHg)	71	13	52	94	20	75	12	58	100	19	0.219
Hb(g/dL)	14.0	2.2	7.1	17.2	16	14.6	1.2	12.3	16.4	17	0.332
AST(GOT) (IU/L)	22	6	13	35	18	24	5	17	35	17	0.379
ALT(GPT) (IU/L)	20	10	7	42	18	30	13	9	53	17	<u>0.041</u>
γ-GTP (IU/L)	39	50	8	184	18	37	23	13	92	17	0.477
中性脂肪 (mg/dL)	99	81	26	368	18	185	232	52	1057	17	0.080
HDL-C (mg/dL)	64	16	35	100	18	59	19	34	122	17	0.209
LDL-C (mg/dL)	103	29	61	158	18	117	33	52	183	17	0.193
BUN (mg/dL)	12.1	2.2	6.8	15.3	10	14.8	2.8	8.6	19.2	8	<u>0.031</u>
Cr (mg/dL)	0.71	0.08	0.53	0.83	13	0.84	0.12	0.69	1.01	11	<u>0.042</u>
eGFR(ml/min/1.73m <sup>2</sup> )	93.0	14.1	68.5	115.6	13	77.3	10.9	59.1	89.6	11	0.055
BS (mg/dL)	94	12	77	127	12	94	8	76	104	13	0.666
HbA1c(NGSP)(%)	5.4	0.3	5.0	6.1	17	5.4	0.3	5.0	5.9	16	0.925
睡眠時間	6.4	1.3	4.0	8.5	15	6.1	0.6	5.0	6.8	6	0.058
平均睡眠時間	6.1	1.0	4.0	8.0	18	6.3	0.8	5.0	8.0	12	0.932

(Wilcoxon の順位和検定)

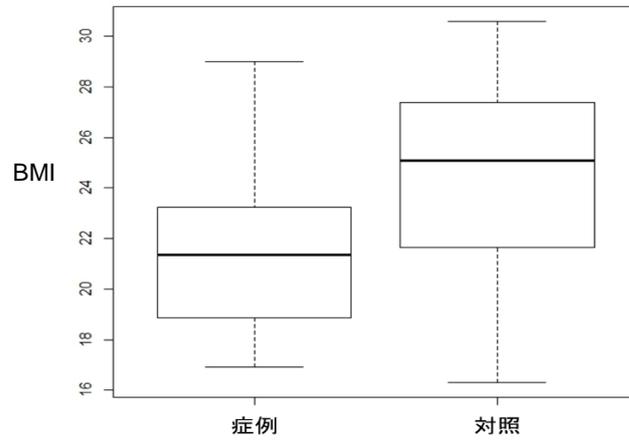


図 7 症例と対照の BMI

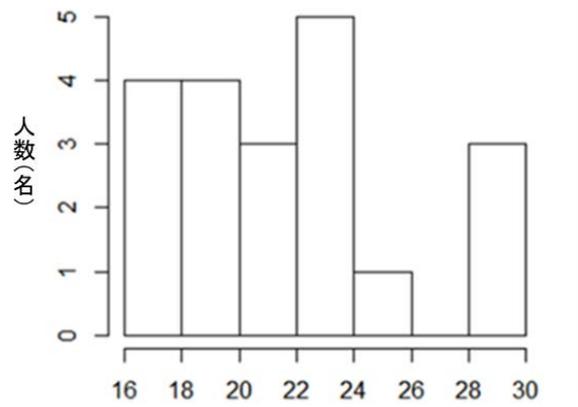


図 8 症例の BMI

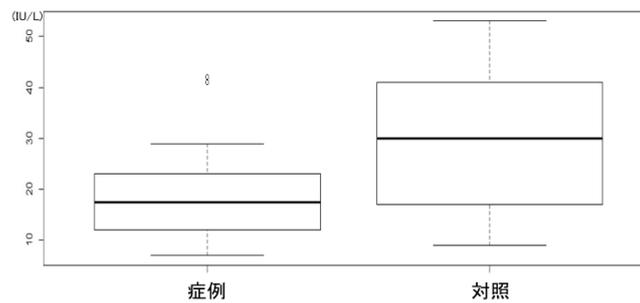


図 9 症例と対照の ALT (GPT)

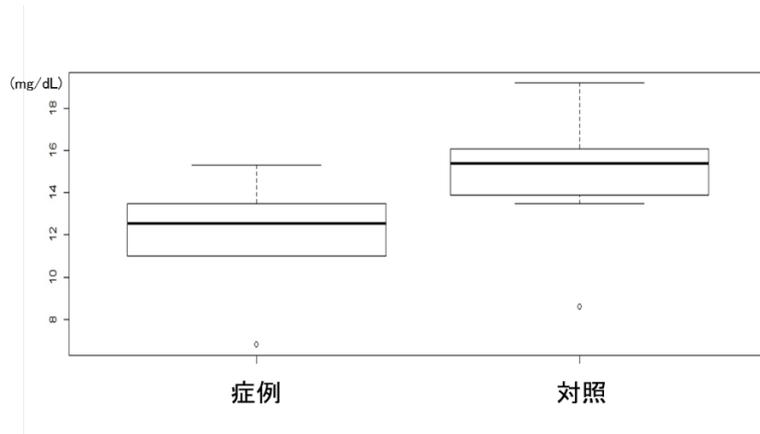


図 10 症例と対照の BUN

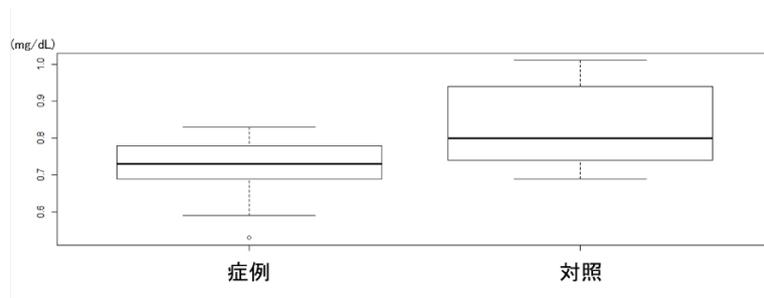


図 11 症例と対照のクレアチニン

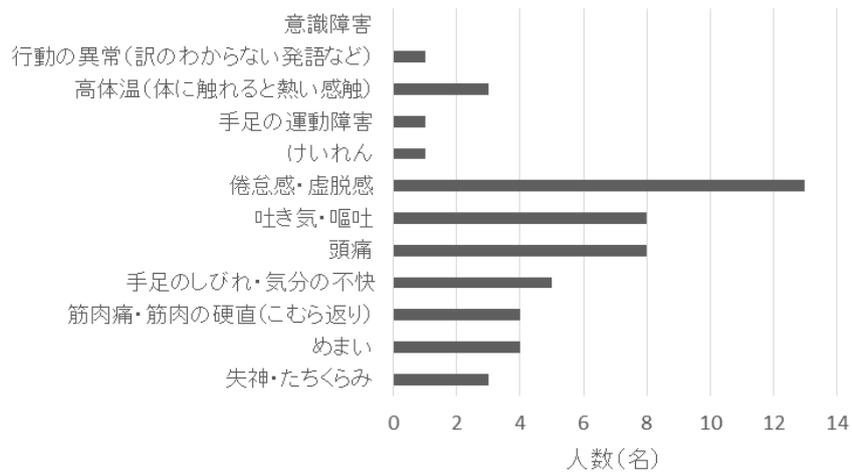


図 12 症例が熱中症を発症した時の症状

表 4 症例と対照の熱中症に関するアンケート

	症例		対照		p値
	はい	いいえ	はい	いいえ	
熱中症という言葉を知っていますか？	16	0	16	0	1
今年熱中症教育を受けましたか？	9	7	13	3	0.252
熱中症で死亡することがあることを知っていますか？	16	0	16	0	1
WBGT値を知っていますか？	3	13	3	13	1
喉が乾いていなくても水分を取るべきことを知っていますか？	16	0	14	2	0.484
水分だけでなく塩分も補給した方がいいことを知っていますか？	16	0	16	0	1
普段から喉が乾く前に水分をとっていますか？	12	4	13	3	1
普段から水分だけでなく塩分も補給していますか？	7	9	10	6	0.48
規則正しく食事をしていますか？	11	5	11	5	1
睡眠時間を確保していますか？	13	3	13	3	1
入浴後、就寝前、起床時に水分補給をしていますか？	12	4	13	3	1
アルコールを飲みすぎないようにしていますか？	14	2	16	0	0.484
アルコールを飲んだ後は十分に水分補給をしていますか？	7	9	14	2	<u>0.023</u>
適度な運動をしていますか？	7	9	8	8	1
朝食をとっていますか？	13	3	13	3	1
暑さになれることを意識して行動しましたか？	9	7	12	4	0.458
体調がよくないのに問題なしと申告したことがありますか？	5	11	5	11	1
体調がよくないのに無理して作業したことはありますか？	10	6	8	8	0.722

(Fisher の直接法)

## ☆症例者用☆

個人識別番号	
年齢	
性別	

発生日時		月		日		時		分	
重症度									(I、II、III)
気温								°C	
相対湿度								%	
WBGT								°C	
作業内容									
勤務形態									(日勤・2交代・3交代・その他)
服装(保護具)									
作業経験年数								年	
平均残業時間								時間/月	

## 疾病の有無(無の場合は空欄でも構いません)

高血圧		(有・無)
心疾患		(有・無)
糖尿病		(有・無)
脳血管疾患		(有・無)
神経疾患		(有・無)
精神疾患		(有・無)
腎疾患		(有・無)
呼吸器疾患		(有・無)

## 内服の有無(無の場合は空欄でも構いません)

降圧薬		(有・無)
利尿薬		(有・無)
糖尿病薬		(有・無) (インスリン含む)
抗精神薬		(有・無)
抗てんかん薬		(有・無)
パーキンソン病薬		(有・無)
片頭痛治療薬		(有・無)
抗コリン薬		(有・無)

## 健康診断の結果

身長		cm
体重		Kg
BMI		Kg/m <sup>2</sup>
腹囲		cm
収縮期血圧		mmHg
拡張期血圧		mmHg
RBC		10 <sup>6</sup> /μ
Hb		g/dL
Hct		%
AST(GOT)		IU/L
ALT(GPT)		IU/L
γ-GTP		IU/L
中性脂肪		mg/dL
HDL-C		mg/dL
LDL-C		mg/dL
BUN		mg/dL
Cr		mg/dL
BS		mg/dL (食後 時間)
HbA1c (NG)		%
尿蛋白		(-, ±, 1+, 2+, 3+, 4+)
尿糖		(-, ±, 1+, 2+, 3+, 5+)

体調不良時の状況（無の場合は空欄でも構いません）

失神・たちくらみ		(有・無)
めまい		(有・無)
筋肉痛・筋肉の硬直（こむら返り）		(有・無)
手足のしびれ・気分の不快		(有・無)
頭痛		(有・無)
吐き気・嘔吐		(有・無)
倦怠感・虚脱感		(有・無)
けいれん		(有・無)
手足の運動障害		(有・無)
高体温（体に触れると熱い感触）		(有・無)
行動の異常（訳のわからない発語など）		(有・無)
意識の状態		(正常・うとうと・刺激で開眼・開眼しない)

当日の状況（無の場合は空欄で構いません）

十分な水分と塩分補給		(有・無)
朝食の摂取		(有・無)
昼食の摂取		(有・無)
前日の飲酒		(有・無)
感冒		(有・無)
下痢		(有・無)
就業前の体調		(良好・不良)
起床時刻		時 分
暑熱作業開始後		日目

前日の状況（無の場合は空欄で構いません）

十分な水分と塩分補給		(有・無)
朝食の摂取		(有・無)
昼食の摂取		(有・無)
夕食の摂取		(有・無)
就業前の体調		(良好・不良)
就寝時刻		時 分
勤務時間		時間

その他

熱中症の既往		(有・無)
運動習慣		(ない・週1日・週2～3日・週4日以)
飲酒頻度		(毎日飲む・週3日以上飲む・たまに・飲まない)
平均睡眠時間		時間
喫煙習慣		(吸う・以前吸っていた・吸わない)
喫煙本数		本/日 (0・11～20・21～30・31～)
		(はい・いいえ)

特記事項等（現病歴・既往歴・内服歴…）記入欄

御記入ありがとうございます！

## 熱中症についてのアンケート

個人識別番号： \_\_\_\_\_ ( 症例者 ・ 対照者 )

以下の設問に対し、はい or いいえ、に○でお答えください。

1、熱中症という言葉を知っていますか？	(はい、いいえ)
2、今年熱中症教育を受けましたか？	(はい、いいえ)
3、熱中症で死亡することがあることを知っていますか？	(はい、いいえ)
4、WBGT 値を知っていますか？	(はい、いいえ)
5、喉が乾いていなくても水分を取るべきことを知っていますか？	(はい、いいえ)
6、水分だけでなく塩分も補給した方がいいことを知っていますか？	(はい、いいえ)
7、普段から喉が乾く前に水分を取っていますか？	(はい、いいえ)
8、普段から水分だけでなく塩分も補給していますか？	(はい、いいえ)
9、規則正しく食事をしていますか？	(はい、いいえ)
10、睡眠時間を確保していますか？	(はい、いいえ)
11、入浴後、就寝前、起床時に水分補給をしていますか？	(はい、いいえ)
12、アルコールを飲みすぎないようにしていますか？	(はい、いいえ)
13、アルコールを飲んだ後は十分に水分補給をしていますか？	(はい、いいえ)
14、適度な運動をしていますか？	(はい、いいえ)
15、朝食をとっていますか？	(はい、いいえ)
16、暑さになれることを意識して行動しましたか？	(はい、いいえ)
17、体調がよくないのに問題なしと申告したことがありますか？	(はい、いいえ)
18、体調がよくないのに無理して作業したことはありますか？	(はい、いいえ)

アンケートにご参加、ご回答いただき、ありがとうございます。

## 建設業と交通警備業で熱中症を発生した労働者の特徴に関する研究

研究代表者 堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

権守直紀、田中友一朗、田中貴浩、川波祥子、堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

### 研究要旨

熱中症の発症が多い建設業と交通警備業で発生した熱中症疑い事例の健康面の特徴について、業種団体に加盟する全事業場を対象に、調査票を配布する方法で調査した。調査票の回収率は低かった。熱中症疑い事例は40歳代以降に多く肥満者が多かった。加齢による生理機能の低下を踏まえて生活習慣の改善を指導することが熱中症予防に役立つことが示唆された。

### A. 研究目的

熱中症は、業務による死亡者が毎年約20人も発生している重大な職業性疾患であり、その防止は第12次労災防止計画の重点対策である。建設業は、休業4日以上の上業務上疾病として認められた熱中症の事例が平成27年度に111名（死亡12名を含む）と最多であった業種である。また、交通警備業は、屋外作業が多く、労働者数が少ないにもかかわらず同年度に40名（死亡7名を含む）と多く発生している業種である。これらの事例は労働衛生管理が不十分な小規模事業場で発生していることが多いことが推測される。一方、熱中症の発生しやすさには個人差がある。そこで、本研究は小規模事業場を含めた建設業と交通警備業の事業場において、熱中症を発症した事例が有する個人特性を調査することを目的とした。

### B. 研究方法

建設業労働災害防止協会福岡県支部（建災防福岡）と一般社団法人福岡県警備業協会（福岡警備協）の協力を得て、平成27年11月、福岡県内で両団体に加盟するすべての事業場（建設業2,760事業場、交通警備業154事業場）を対象に、調査票による調査を実施した。調査票には熱中症を発症したと疑うべき症状の特徴を記載し、平成27年夏期にそのような事例が発生したかどうか、そして、当該事例の労働者の年齢、体格、持病、生活習慣等を尋ねた（別紙1）。また、記入時に個人名は消去するよう依頼した。建災防福岡では、会員向け広報誌に同封する方法で配布した。また、福岡警備協では、FAXで一斉送信する方法で調査票を配布した。調査票は、各事業場から研究者の研究室

のFAX宛に直接送付する方法で回収した。

### C. 研究結果

建設業は 68 事業場、交通警備業は 11 事業場から調査票が返信された。調査票の回収率は建設業で 2.5% (68/2,760 事業場)、交通警備業で 7.1% (11/154 事業場) と低かった。熱中症疑い事例の発生数は、建設業で 51 名、交通警備業で 13 名であった。事業場ごとの労災保険適用労働者数に基づく発生率を計算すると、建設業で 4.0% (51/1,264 名)、交通警備業で 3.5% (13/371 名) であった。建設業における熱中症疑い事例の特徴は、平均年齢は  $49.3 \pm 12.2$  歳で、すべて男性で、BMI は  $24.8 \pm 3.8$  であった (図 1、3)。交通警備業においては、平均年齢は  $55.6 \pm 10.7$  歳で、女性は 4 名 (28.6%) で、BMI は  $25.3 \pm 5.2$  であった (図 2、4)。建設業と比較すると、交通警備業の方が、高齢で、同居する家族がいない者の割合が多く、また高血圧を有する者の割合が多かった (図 5~8)。

### D. 考察

平成 27 年度に熱中症を発症した疑いのあった事例を調査したところ、両業種とも就業年代の中でも年齢が高く、交通警備業では 60 歳代が一番多かった。就業者に高年齢者が多かった可能性があるが、これらの業種では、暑さに対処する生理機能が加齢により低下することについて、労働者や管理監督者によく理解させたいので労働衛生対策を講じる必要があると考えた。また、両業種とも、体型がやせの

人に比べると肥満である人の割合が多く、生活習慣の改善が熱中症予防に役立つことが示唆された。ただし、調査票の回収率が低かったため、両業種における発症者の特徴を正しく反映しているとは言えなかった。本調査で得られた発生率からは、これらの業種で就業する労働者 10 万人当たり熱中症の発症者数が 3,500 人~4,100 人という推定数になるが、熱中症を疑う事例がなかった事業場ほど調査票を返信しなかった可能性や熱中症以外の事例が含まれている可能性を否定できないことから、実際の発生率はこれよりも低い可能性がある。

### E. 結論

福岡県内の建設業と交通警備業において、平成 27 年度に熱中症を疑う症状を発症した労働者は、40 歳代以上に多く認められ、また、肥満の人が多かった。これらの業種においては、暑さに対処する生理機能の加齢による低下を踏まえた生活習慣の改善を推進することが熱中症予防に役立つことが示唆された。

### F. 健康危険情報

なし

### G. 研究発表

なし

### H. 知的財産権の出願・登録情報

なし

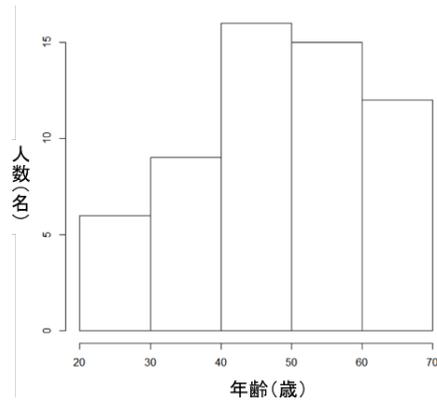


図1 熱中症を疑う事例の年齢分布（建設業）

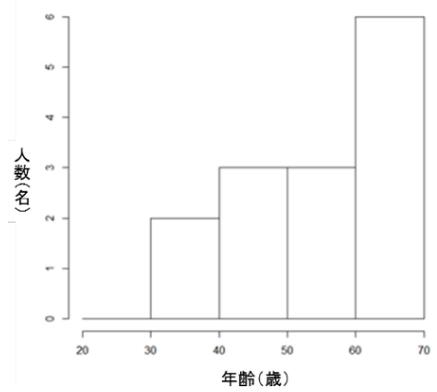


図2 熱中症を疑う事例の年齢分布（交通警備業）

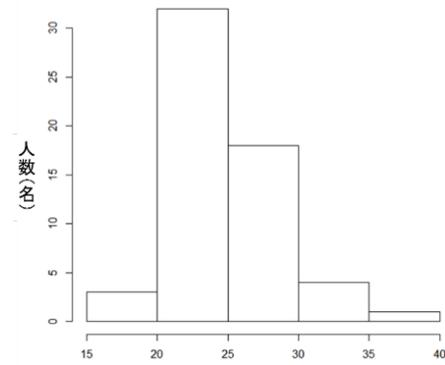


図3 熱中症を疑う事例のBMI（建設業）

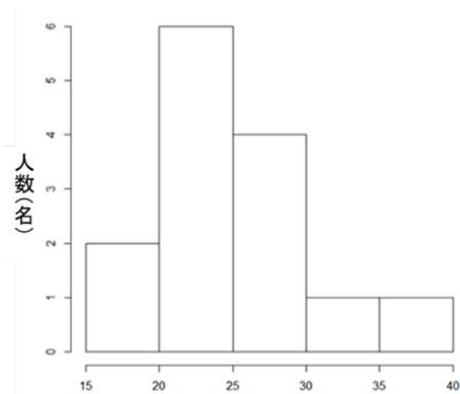
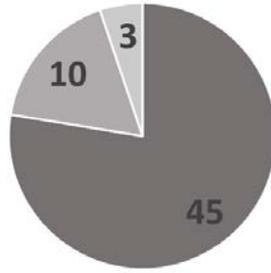
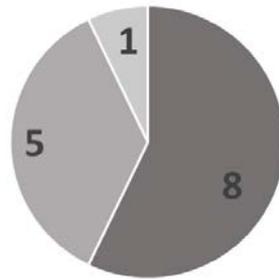


図4 熱中症を疑う事例のBMI（交通警備業）



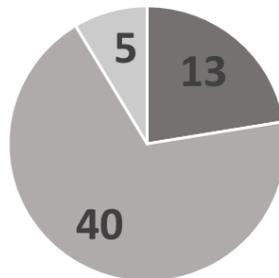
■ あり ■ なし ■ 不明

図 5 熱中症を疑う事例の家族の有無（建設業）



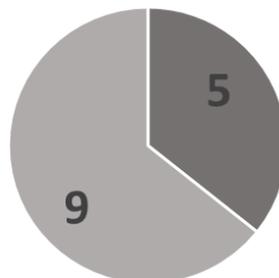
■ あり ■ なし ■ 不明

図 6 熱中症を疑う事例の家族の有無（交通警備業）



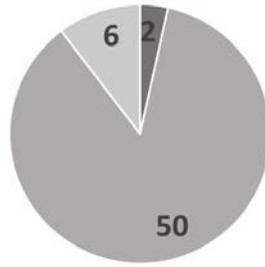
■ あり ■ なし ■ 不明

図 7 熱中症を疑う事例の高血圧の有無（建設業）



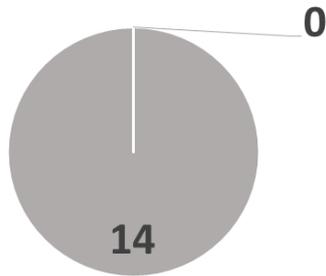
■ あり ■ なし

図 8 熱中症を疑う事例の高血圧の有無（交通警備業）



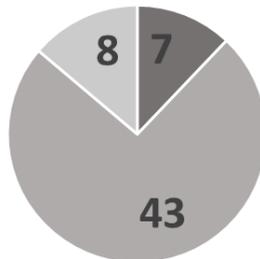
■ あり ■ なし ■ 不明

図 9 熱中症を疑う事例の心臓病の有無（建設業）



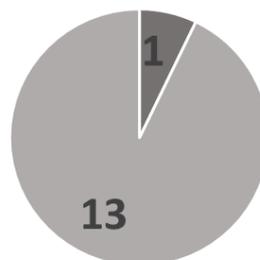
■ あり ■ なし

図 10 熱中症を疑う事例の心臓病の有無（交通警備業）



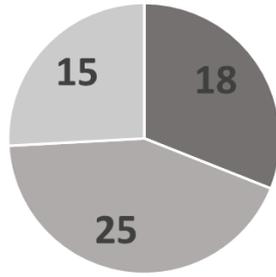
■ あり ■ なし ■ 不明

図 11 熱中症を疑う事例の糖尿病の有無（建設業）



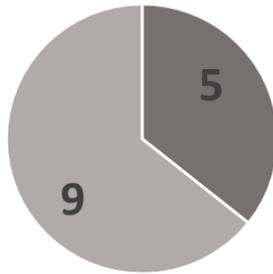
■ あり ■ なし

図 12 熱中症を疑う事例の糖尿病の有無（交通警備業）



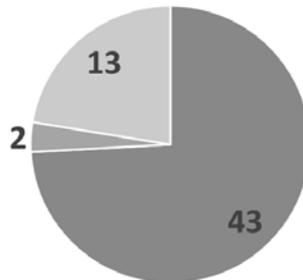
■ あり ■ なし ■ 不明

図 13 熱中症を疑う事例の内服薬の有無（建設業）



■ あり ■ なし

図 14 熱中症を疑う事例の内服薬の有無（交通警備業）



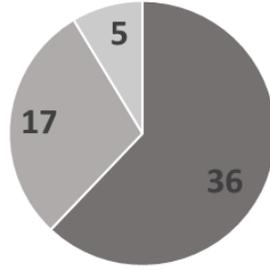
■ 食べた ■ 食べていない ■ 不明

図 15 熱中症を疑う事例の朝食摂取の有無（建設業）



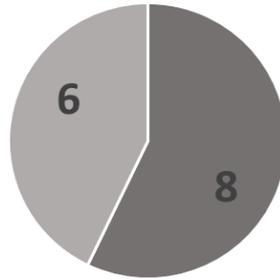
■ 食べた ■ 食べていない ■ 不明

図 16 熱中症を疑う事例の朝食摂取の有無（交通警備業）



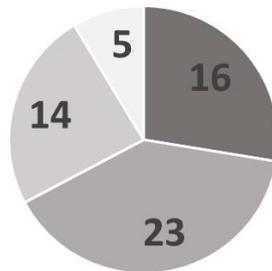
■ 吸う ■ 吸わない ■ 不明

図 17 熱中症を疑う事例の喫煙習慣の有無（建設業）



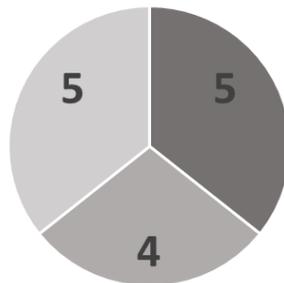
■ 吸う ■ 吸わない

図 18 熱中症を疑う事例の喫煙習慣の有無（交通警備業）



■ 毎日 ■ 時々 ■ しない ■ 不明

図 19 熱中症を疑う事例の飲酒習慣の有無（建設業）



■ 毎日 ■ 時々 ■ しない

図 20 熱中症を疑う事例の飲酒習慣の有無（交通警備業）

会員各社 人事担当者殿

産業医科大学 産業保健管理学教室  
教授 堀江正知

熱中症予防研究へのご協力をお願い

このたび、厚生労働省助成研究として「熱中症発生の個人差に関する研究」を行います。今夏、交通誘導員に発生した「熱中症を疑う事例」について、本人の体格や持病をお尋ねするものです。臨時雇用者の含め、わかる範囲で結構ですので、以下にお答えのうえ FAX (093-601-6392) でご返送ください。なお、健康診断記録がある場合は個人名等を消したうえで、お送りください。

「熱中症を疑う事例」とは次のような人です。労災申請とは関係ありません。病院を受診していない人や水分を飲んで回復した人も含みます。

- |  |
|--|
| ① 蒸し暑い日に交通誘導をしていた人   |
| ② 熱中症を疑う症状（めまい、失神、たちくらみ、筋肉痛、筋肉のつり、こむら返り、手足のマヒ・しびれ、頭痛、はきけ、おうと、だるさ、けいれん、行動の異常、意識障害）が一つでもあった人 |
| ③ かぜ、食中毒などほかの病気ではない人   |

「熱中症を疑う事例」の発生 (なし・あり・わからない)  
臨時雇用者の事例も数えてください \_\_\_\_\_ 名

「熱中症を疑う事例」の対象職場の適用労働者数 \_\_\_\_\_ 名

「熱中症を疑う事例」の個人的特徴 (2名以上ならばウラ面に記入ください)

性別	<u>男性・女性・不明</u>	喫煙	<u>吸う・吸わない・不明</u>
年齢	<u>歳くらい</u>	飲酒	<u>毎日・時々・しない・不明</u>
身長	<u>cmくらい</u>	高血圧	<u>あり・なし・不明</u>
体重	<u>kgくらい</u>	心臓病	<u>あり・なし・不明</u>
家族	<u>あり・なし・不明</u>	糖尿病	<u>あり・なし・不明</u>
朝食	<u>食べた・食べていない・不明</u>	薬の内服	<u>あり・なし・不明</u>

※ ご本人の健康診断結果があれば、氏名を消して、お送り下さい。

※ ご不明な点がございましたら下記担当者までご連絡ください。



〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘 1-1  
産業医科大学 産業保健管理学 権守 直紀 (ごんもり なおき)  
電話 093-691-7407 電子メール [gommorinaoki@med.uoeh-u.ac.jp](mailto:gommorinaoki@med.uoeh-u.ac.jp)

企業・事業場名 \_\_\_\_\_

回答者名 \_\_\_\_\_ 電話番号 \_\_\_\_\_

## 体温が上昇しやすい労働者の特徴に関する研究

研究代表者 堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

田中友一郎、権守直紀、川波祥子、田中貴浩、堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

### 研究要旨

平成 27 年 7 月～9 月に、暑熱職場を有する事業場において、実際に暑熱職場で就業する労働者の生体指標を計測して、労働者の個人要因により作業中に生じる生体指標の変化に差があるかどうかを検討した。その結果、BMI が大きい労働者は収縮期血圧が高く、暑熱作業に従事すると外耳道温が上昇しやすい傾向を認めた。また、糖尿病がある労働者は、暑熱作業に従事すると脈拍数が上昇しやすい傾向を認めた。特に、重回帰分析の結果から、健康診断結果で収縮期血圧が高い労働者は、暑熱作業に従事すると外耳道温が有意に上昇していた。ただし、他の個人要因が交絡している可能性もあることから、今後、症例数を増やして解析する必要があると考えた。

### A. 研究目的

暑熱職場で就業する労働者の年代、体格、既往歴、健康診断結果といった個人要因の違いによって暑熱作業中に生じる体温上昇、脈拍、脱水などの生体指標に差が生じないかどうかを明らかにすることを目的とした。

### B. 研究方法

加熱炉その他の強力な輻射熱の影響がない暑熱職場のある事業場における専属産業医のうち本研究に協力の意思を示した産業医がいる事業場において、実際に暑熱作業に従事する労働者を対象とした。

産業医に依頼して、当該職場の労働者で 30 歳代又は 50 歳代の服薬していない

労働者のうちから、肥満疑い者 (BMI  $\geq 25$ )、高血圧者 (収縮期血圧  $\geq 160$  mmHg 又は拡張期血圧  $\geq 95$  mmHg)、糖尿病の者 (HbA1c  $\geq 6.5\%$ )、健常者 ( $18.5 \leq$  BMI  $< 25$  かつ収縮期血圧  $< 140$  mmHg かつ拡張期血圧  $< 90$  mmHg かつ HbA1c  $< 5.8\%$ ) を抽出させた。

それぞれの職場において、暑熱作業中に 3 時間の測定及び記録を行った。測定した項目は、作業の開始及び終了の時刻、休憩の開始及び終了の時刻、外耳道温 (ミドリ電子)、脈拍数 (SF-810B、エプソン)、昼食摂取の有無、飲水量、作業前後の体重・体組成は体組成計 (BoCAx2、クラブクリエイト) を用いて測定した。尿量、職業性ストレス簡易調査票及び問診票 (運

動習慣、生活習慣、喫煙・飲酒習慣、現病歴・既往歴、内服歴、熱中症の既往等)であった。作業中の発汗量を次式により推定した。

$$\text{発汗量} = \text{体重減少量} + \text{飲水量} - \text{尿量}$$

これらの情報の収集に際して、産業医には個人が識別できる符号を残して匿名化した。また、職場内で2地点のWBGTをWBGT計(HI-2000SD、CUSTOM)により1分毎に自動測定して記録した。これらの項目について原則として、3日間続けて測定を行った。

その結果を個人ごとに電子化し、個人要因と作業中の外耳道温及び体水分量の変動との関連について検討した。生体指標の変化を推定するモデルは、JMP Pro v12を使用し、Mann-Whitney U検定及びステップワイズ法による重回帰分析を行った。

### C. 研究結果

平成27年は、3事業場で暑熱作業に従事する30名の健康診断結果と作業中の生体情報を収集した。外耳道温、脈拍、飲水量・尿量、体重・体組成は予定通りにデータを収集できた。WBGTについては労働者に対する測定方法の教育が不十分で一部のデータが収集できなかったため、欠損値については当該事業場に最寄りの気象官署から公表された当日のデータを使用して補完した。また、一部の職場では、事前に健康診断結果に基づいて当初予定していた個人要因を有する労働者を抽出することができなかったため、当該職場のすべての労働者について生体指標を計測し、後日、健康診断結

果に基づいた分類を行った。

対象者は、全員男性で、年齢は36.5±10.6(平均±S.D.、以下同じ)歳で、20歳代、30歳代、40歳代がそれぞれ約30%を占めた。一方、50歳代以上は10%であった(表1、図1)。

健康診断結果のうち当初想定していた熱中症との関連を推定した個人要因のうち最も高頻度に存在したのは喫煙習慣で、20名(67%)が喫煙していた。また、BMI≥25の労働者が9名(30%)を占め、高血圧は2名、糖尿病は3名であった(図2)。

作業前後の体重は、全対象者をまとめると有意に減少しなかった。作業中に摂取した飲水量は、1,539.1±525.4mlであった。作業中に排泄した尿量は228.4±128.3mlであった。これらの値から、作業中の発汗量は729.8±525.4mlと推定した。BMIが≥25である者は正常範囲である者と比べ作業中の発汗量・飲水量・体重に有意な差を認めなかった(図3-1)。糖尿病の者はそうでない者よりも、有意に作業中に体重が減少し、発汗量が多かった(図3-2)。喫煙者は非喫煙者と比べて、作業中の発汗量・飲水量・体重減少に有意差を認めなかった(図3-3)。高血圧の者は健常者と比べて、作業中の発汗量・飲水量・体重減少に有意差を認めなかった(図3-4)。

なお、体組成の結果、職業性ストレス簡易調査票の結果、問診票のうち運動習慣などは、データを解析中である。

作業中に連続測定した外耳道温の推移について、すべての測定データを測定日別に図4に示した。なお、作図にあつ

て 35°C 以下は外れ値として削除した。これらのデータのうち、同じ日時にほぼ同じ作業に従事していた労働者の中に持病や生活習慣が異なる者がいた場合について、外耳道温を比較すると、BMI が  $\geq 25$  であると体温が高くなる傾向が示唆された (図 5)。

作業中に連続測定した脈拍数のうち、同じ日時にほぼ同じ作業に従事していた労働者の中に持病や生活習慣が異なる者がいた場合について、図 6 に示した。

次に、作業中の WBGT、外耳道温、脈拍数の算術平均値を用いて、外耳道温の平均値に対して、WBGT の平均値、脈拍数の平均値、BMI 値、収縮期血圧、拡張期血圧、HbA1c 値のいずれが有意に相関していたかについて検討した。まず、各指標について相互の単相関を検討すると、BMI が増加するほど平均脈拍数が高い傾向を認めた (図 7)。平均脈拍数が高いほど平均外耳道温が高くなる傾向があり、BMI が 25 以上の者ではその傾向が一層明らかであった (図 8)。BMI と発汗量には相関を認めなかった (図 9)。BMI が 25 以上の者では平均外耳道温が有意に高かった ( $P=0.0005$ 、図 10)。BMI と平均脈拍数には有意な相関を認めなかった (図 11)。なお、BMI が 25 以上の者では収縮期血圧が有意に高かった ( $P=0.001$ 、図 12)。BMI と発汗量には有意な相関を認めなかった (図 13)。健康診断結果に基づく高血圧の診断結果と平均脈拍数や発汗量には有意な相関を認めなかった (図 14、15)。一方、糖尿病の者は平均脈拍数が有意に多かった ( $P=0.0006$ 、図 16)。同様に発汗

量も有意に多かった ( $P=0.0174$ 、図 17)。ただし、糖尿病と平均外耳道温には有意な相関を認めなかった (図 18)。

これらの測定結果をまとめて平均外耳道温を推定する最適なモデルをステップワイズ法による重回帰分析で検討したところ、平均 WBGT、平均脈拍数、収縮期血圧の 3 要因が抽出された (表 2)。

#### D. 考察

本研究は、30 歳代又は 50 歳代の労働者で、一般健康診断結果により肥満疑い (BMI  $\geq 25$ )、高血圧 (収縮期血圧  $\geq 160$  mmHg 又は拡張期血圧  $\geq 95$  mmHg)、耐糖能異常 (HbA1c  $\geq 6.5\%$ )、喫煙習慣の有無で各 5 名を抽出して、これらの個人要因が核心温の上昇に与える影響の大きさを評価することを計画していたが、実際には研究に協力した職場からは、これらの個人要因を個々に単独で保有する労働者を十分な人数で抽出することができなかった。平成 28 年度も引き続き、本研究の対象者として適合する労働者の補足ができるよう他の職場にも協力を依頼する必要がある。

平成 27 年は、全国的に 8 月中旬から涼しくなり、測定した WBGT には最も暑かった 7 月 27 日と涼しかった 8 月 26 日では 13.9°C もの差がみられた。したがって、8 月下旬の測定結果は、通常の夏期とは異なり発汗や体温上昇が十分ではなかった可能性があり、肥満、高血圧、糖尿病などの個人差による影響が検出しにくかった可能性がある。

平成 27 年度の対象者数は十分ではなかったが、BMI が 25 以上の者と 25 未

満の者が、同じ職場で、連日、同じ作業に従事していた事例で、25以上の者は脈拍数が高くなりやすく、外耳道温も上昇しやすい傾向を認めた。しかし、BMIを2群に分けて統計的に検討すると有意な相関とはならなかった。一方、糖尿病の者は健常者と比べて推定発汗量と体重減少量が有意に多く尿量も多めの傾向があり、喫煙者で体重減少量が有意に多かったが、これらの理由は不明である。今後、対象者数を増やしたうえで、統計的に再検討する必要があると考えた。

さらに、多変量解析では、外耳道温を上昇させる要因として、当初の予想通り、職場のWBGT及び作業中の平均脈拍数が有意に寄与する要因として抽出されたことから、これらの生体指標及び環境指標は適切に評価ができていると考えた。そして、個人要因のうち、収縮期血圧が有意な要因として抽出された理由としては、交感神経 $\alpha$ 作用を抑制する内服薬の影響又は高血圧者の発汗による体温調節能力の低下による影響などが考えられた。この点については、服薬の有無と種類についての検討を深める必要があると考えた。一方、BMIが有意な要因として抽出されなかった理由としては、断熱作用のある皮下脂肪量を必ずしも反映していなかった可能性が考えられた。この点については、体組成に関する結果の解析を深める必要があると考えた。なお、

今回の検討では作業強度を評価する指標として心拍数を採用しているが、本来は対象者の安静時心拍数及び年齢から予備心拍数(Heart Rate Reserve)を算出して評価することや3時間の算術平均ではなく安静時心拍数を超えた量と時間の積分値を算出して評価することも検討する必要があると考えた。

## E. 結論

平成27年7月及び8月に、製造業の3事業場において暑熱作業に従事する30名を対象に、健康診断結果及び作業中の生体情報を収集し、年齢、BMI、血圧、耐糖能、喫煙習慣等の個人要因が、発汗や体温上昇に与える影響の大きさを評価した。BMIが25以上であることや収縮期血圧が高い労働者では外耳道温の上昇が大きい傾向を認めた。今後、対象者及び結果解析の追加が必要である。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

なし

## H. 知的財産権の出願・登録情報

なし

表1 対象者の年代及び健康リスク一覧

事業場	ID	年代(歳)	リスク								
			BMI	収縮期 血圧	拡張期 血圧	血圧	血糖	HbA1c	糖尿病	現病歴	喫煙
A社	101	40	28.2	146	97	○	92	5.3	×	なし	吸っていた
	102	20	22.3	120	61	×			×	なし	吸っていた
	103	20	20.3	115	72	×	82	5.4	×	なし	吸う
	104	40	30.8	122	77	×	85	5.3	×	なし	吸う
	105	40	19.4	109	62	×	81	5.4	×	なし	吸う
	106	50	20.9	111	69	×	95	5.9	×	なし	吸う
	107	20	20.6	115	73	×			×	なし	吸う
	108	20	19.8	107	62	×	79	5.1	×	なし	吸わない
	109	60	22.6	145	93	×	91	5.2	×	なし	吸わない
	110	40	24.4	142	94	×	93	5.4	×	なし	吸わない
	111	40	20.9	109	72	×	86	5.2	×	なし	吸う
	112	30	22.2	108	71	×	87	5.8	×	なし	吸う
	113	50	22.7	122	76	×	115	6.8	○	なし	吸う
	114	30	19.6	109	69	×	85	5.4	×	なし	吸う
	115	20	20.7	139	75	×	83	5.9	×	なし	吸う
	116	20	25.9	109	66	×	88	6	×	なし	吸わない
	117	20	33.2	133	80	×	109	5.8	×	なし	吸わない
B社	201	40	23.1	112	72	×	93	5.2	×	なし	吸わない
	202	30	22.1	114	72	×	91	5.3	×	なし	吸う
	203	30	37.1	138	92	×	200	7.2	○	糖尿病	吸わない
	204	30	30.4	146	94	×	246	6.5	○	糖尿病	吸う
	205	20	23.1	104	60	×	105	5.4	×	なし	吸う
	206	40	21.7	114	72	×	93	5.3	×	なし	吸う
	207	30	31.2	120	76	×	95	5.1	×	なし	吸う
	208	40	26.5	120	80	○	89	5.1	×	高血圧	吸わない
	209	40	21.2	124	84	×	132	5.0	×	なし	吸わない
	210	30	22.6	122	74	×	81	5.8	×	なし	吸う
C社	301	40	31	131	72	×	74	5.3	×	なし	吸わない
	302	40	27.6	113	64	×	83	5.7	×	なし	吸う
	303	30	22.3	116	72	×	87	5.1	×	なし	吸う

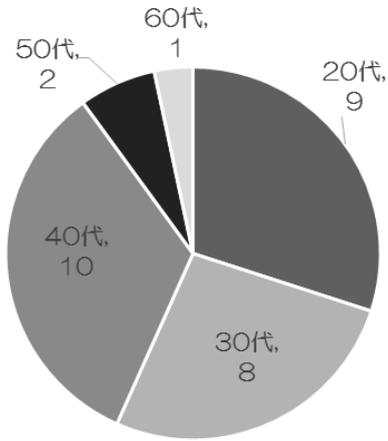
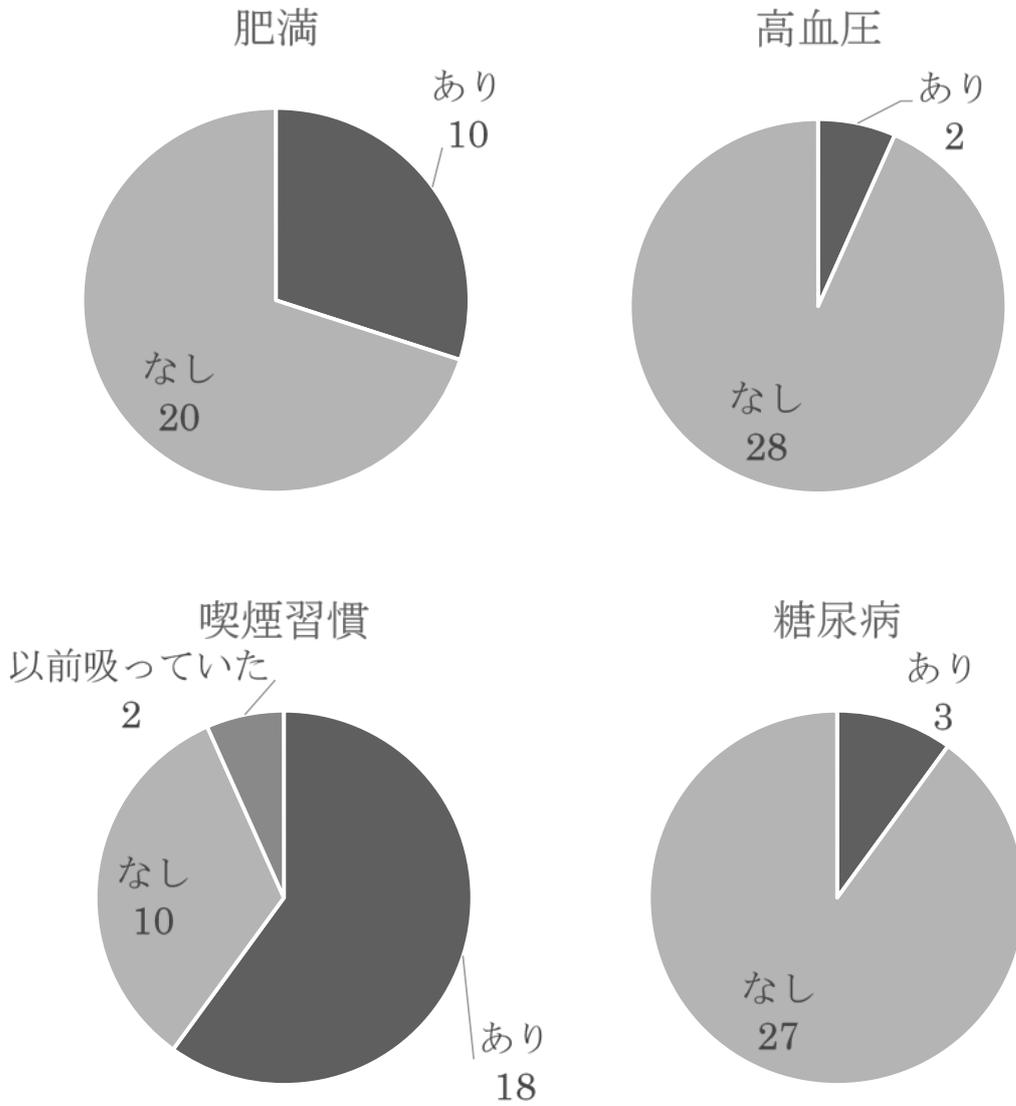


図1 対象者の年代別人数 (平均±S.D. : 36.5±10.6 歳)



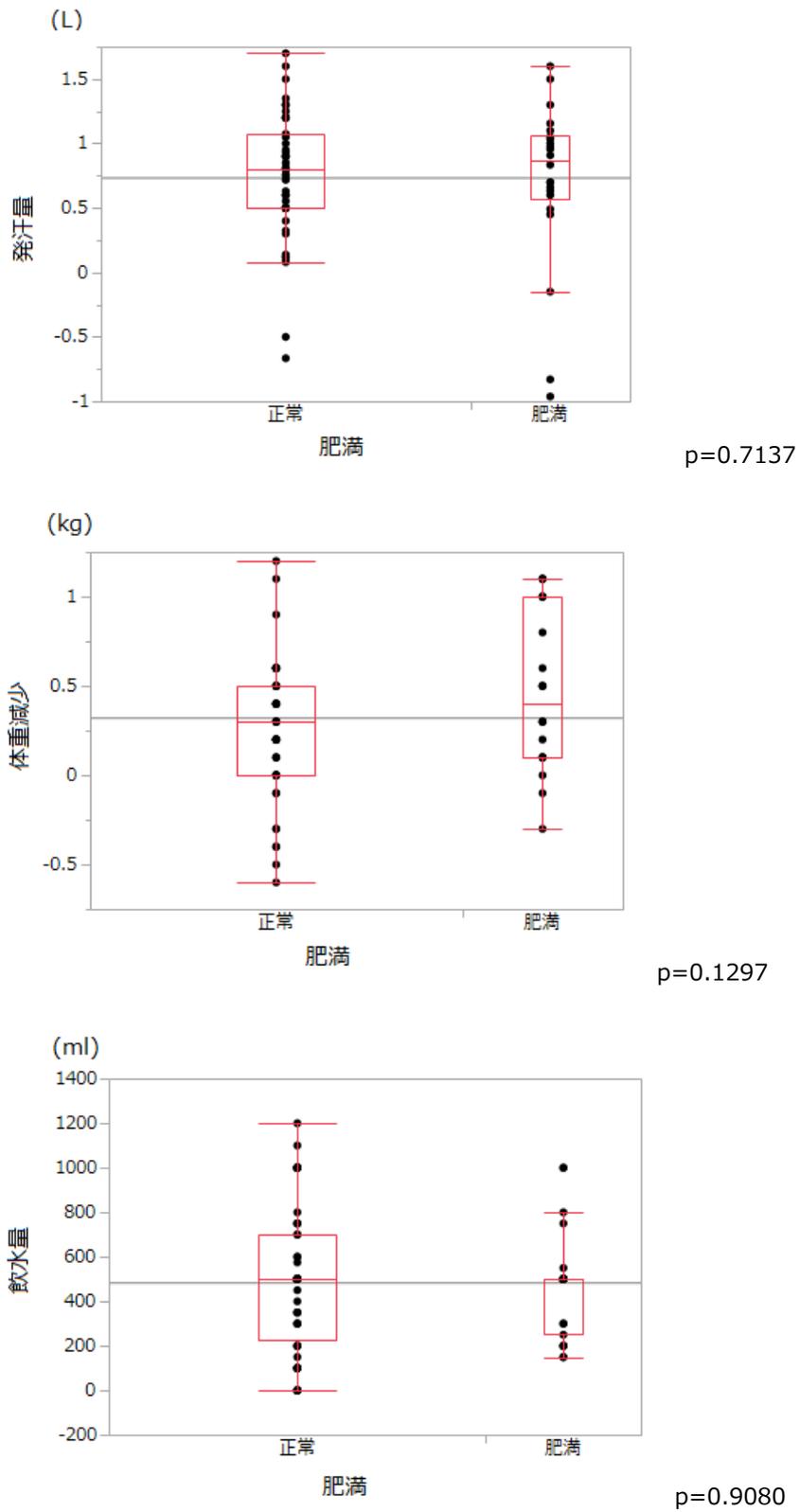


図 3-1 推定発汗量、体重減少、飲水量と BMI $\geq$ 25 である者の割合  
 (延べ人数：健常者 48 名、BMI $\geq$ 25 である者 23 名)

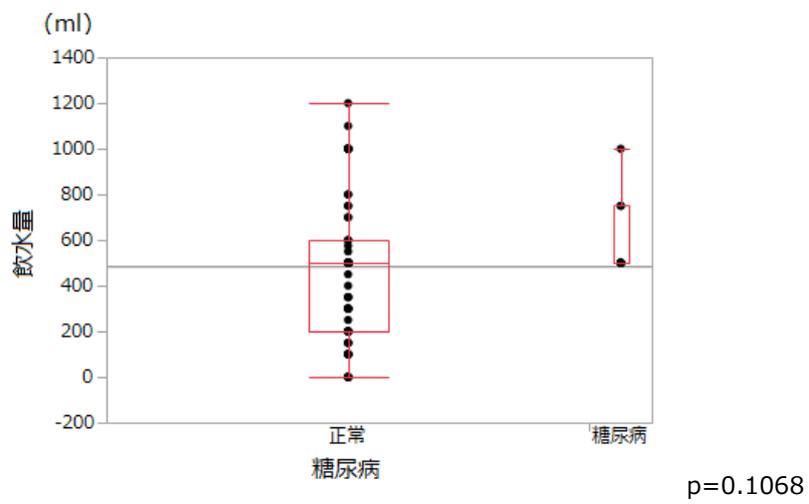
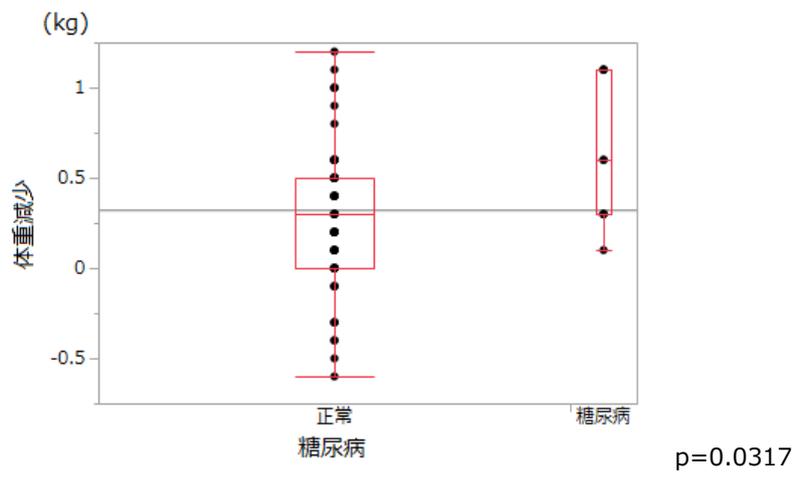
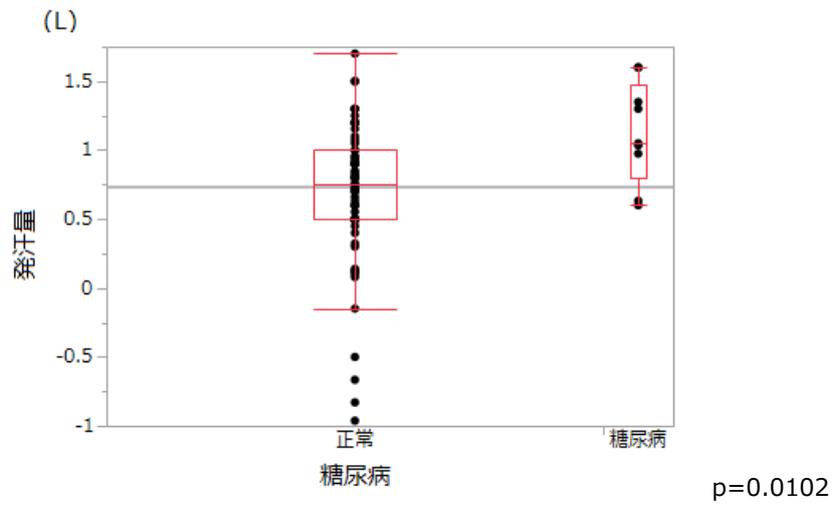


図 3-2 推定発汗量、体重減少、飲水量と糖尿病  
(延べ人数：健常者 62 名、糖尿病 9 名)

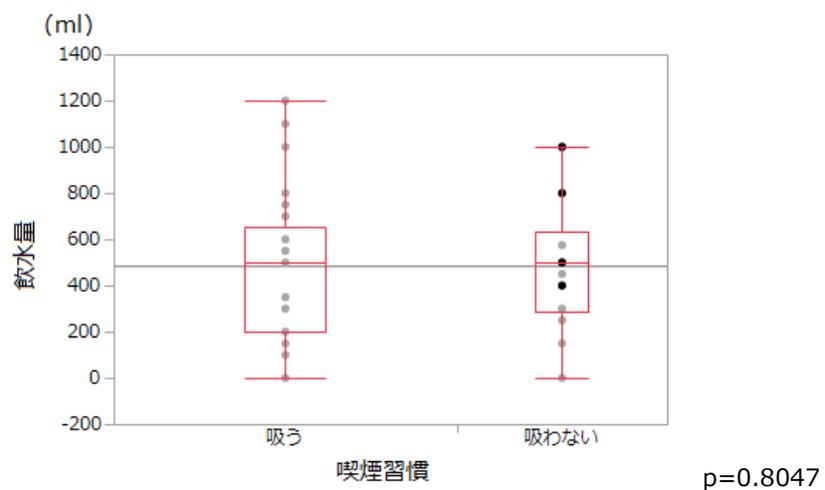
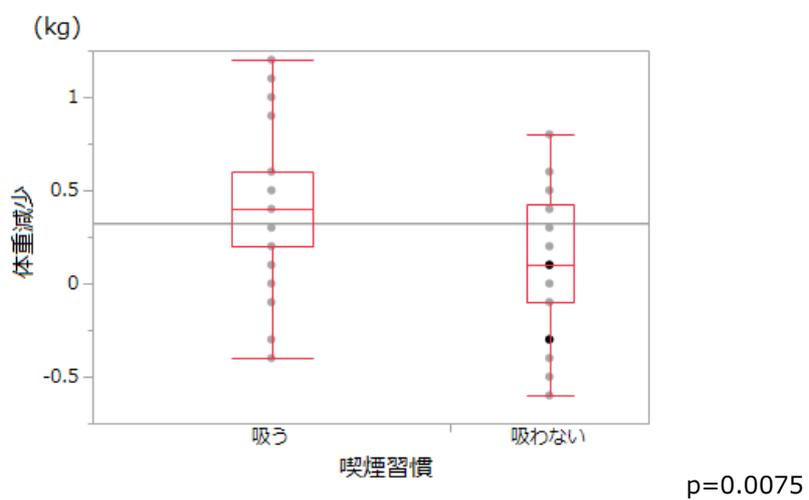
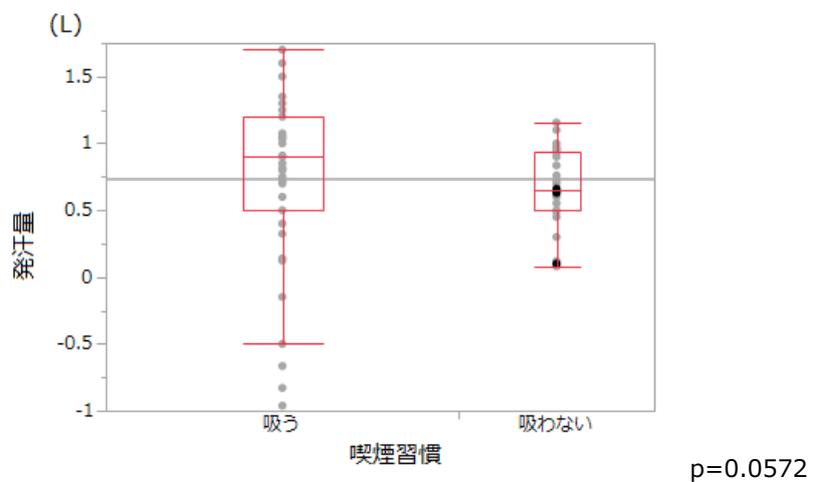


図 3-3 推定発汗量、体重減少、飲水量と喫煙  
 (延べ人数：非喫煙者 32 名、喫煙者 39 名)

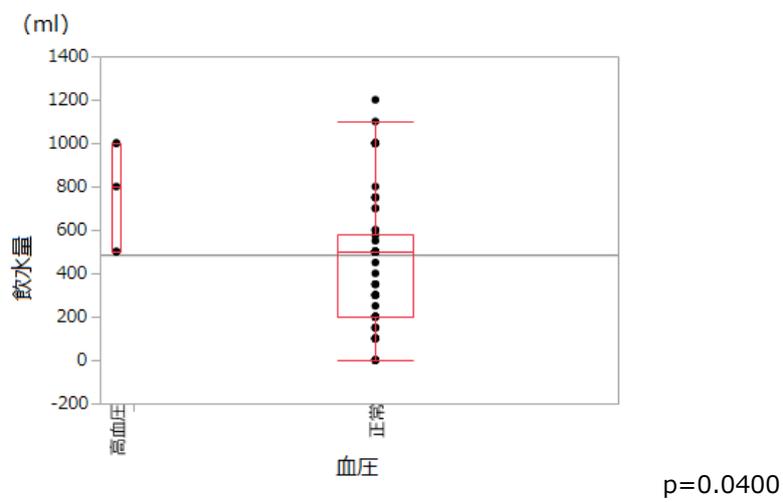
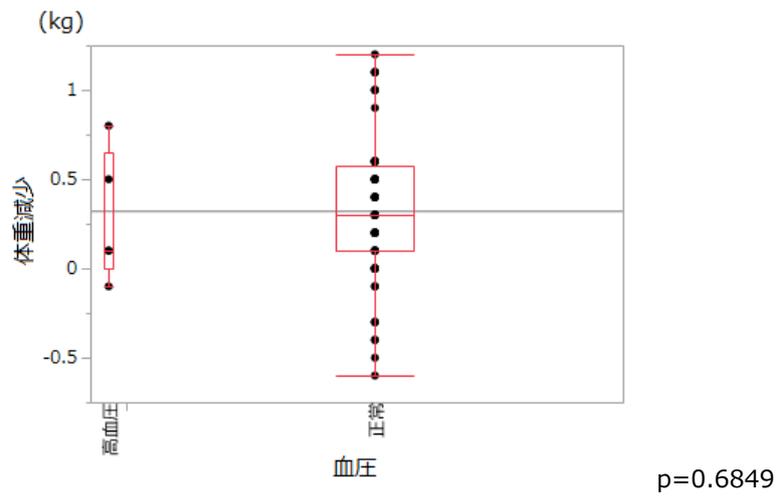
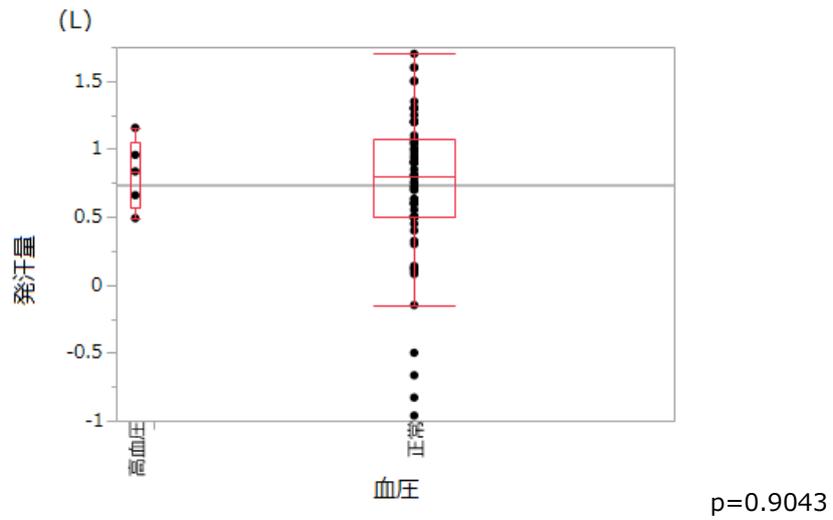


図 3-4 推定発汗量、体重減少、飲水量と高血圧  
(延べ人数：健常者 74 名、高血圧 5 名)

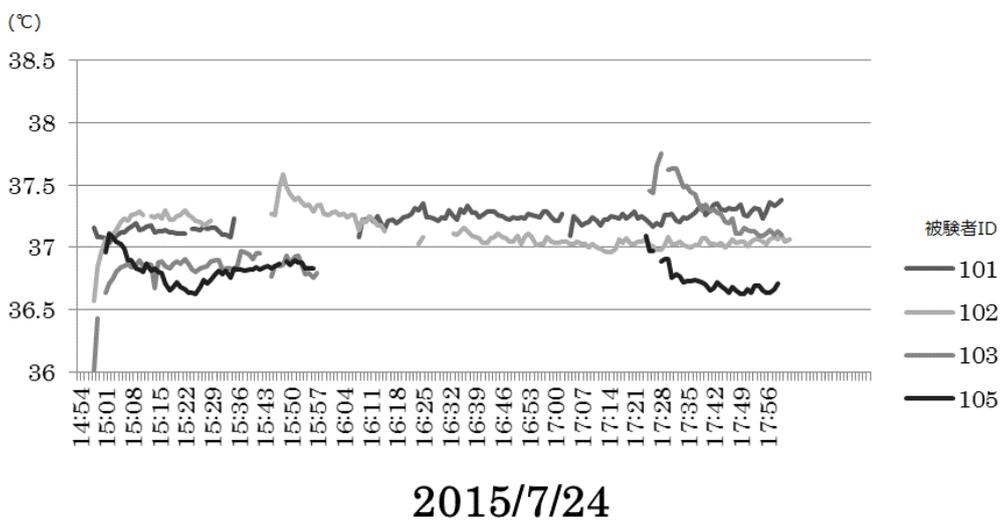
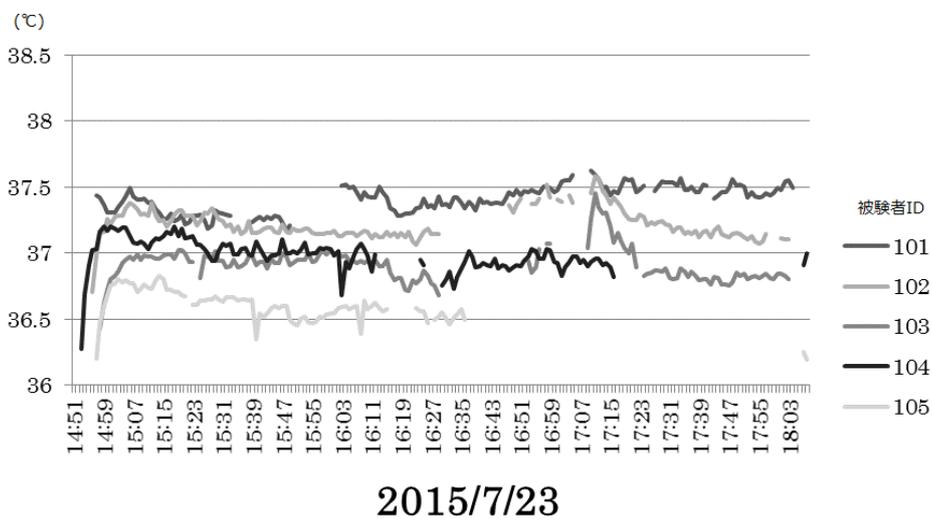
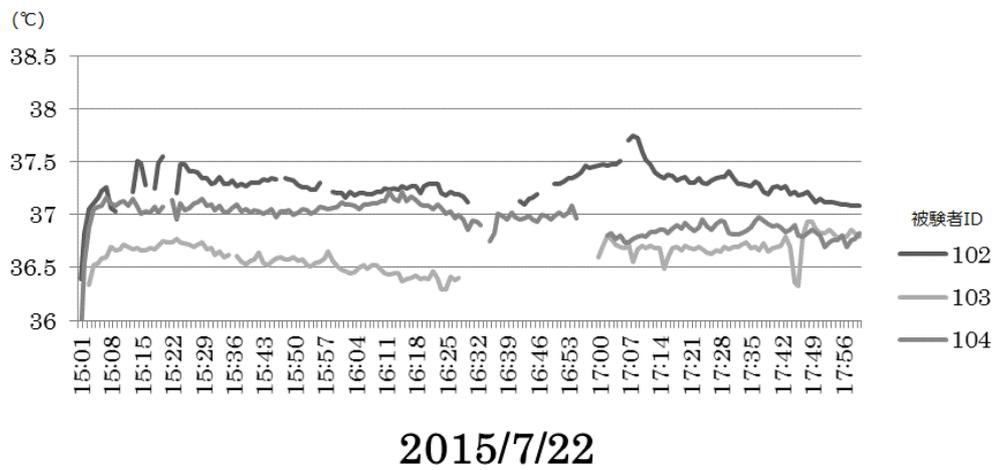
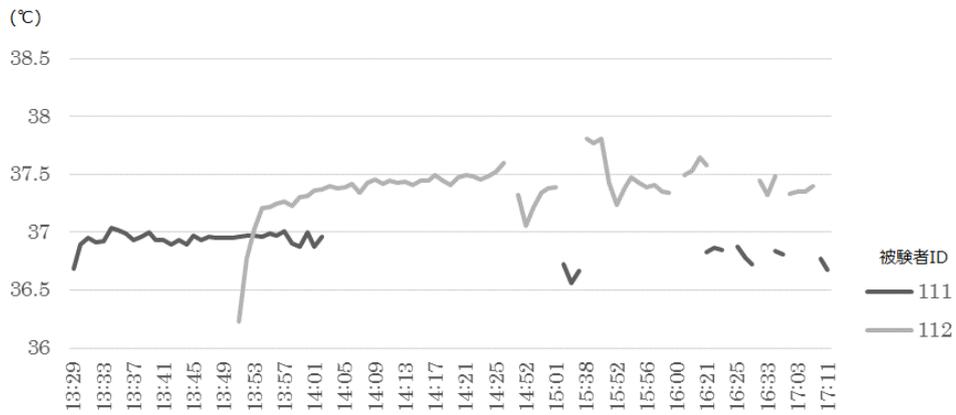
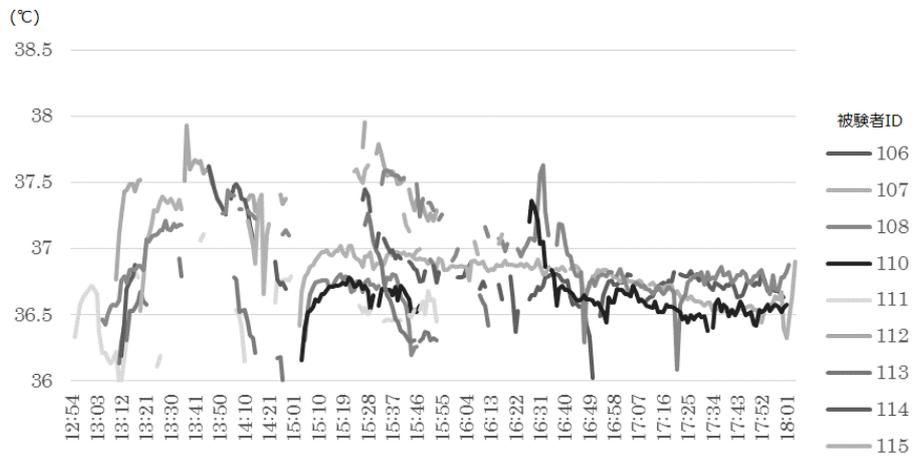


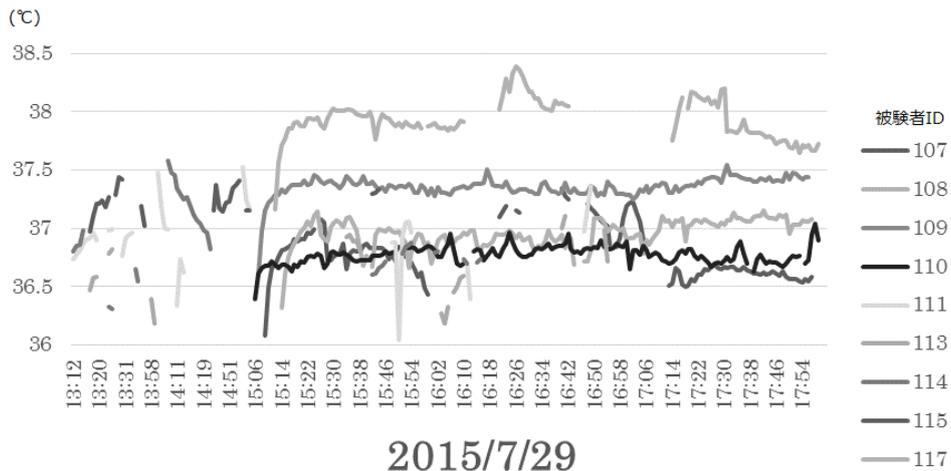
図4 作業中に測定した外耳道温の変化（7月22日、7月23日、7月24日）



2015/7/27



2015/7/28



2015/7/29

図4 作業中に測定した外耳道温の変化(7月27日、7月28日、7月29日)

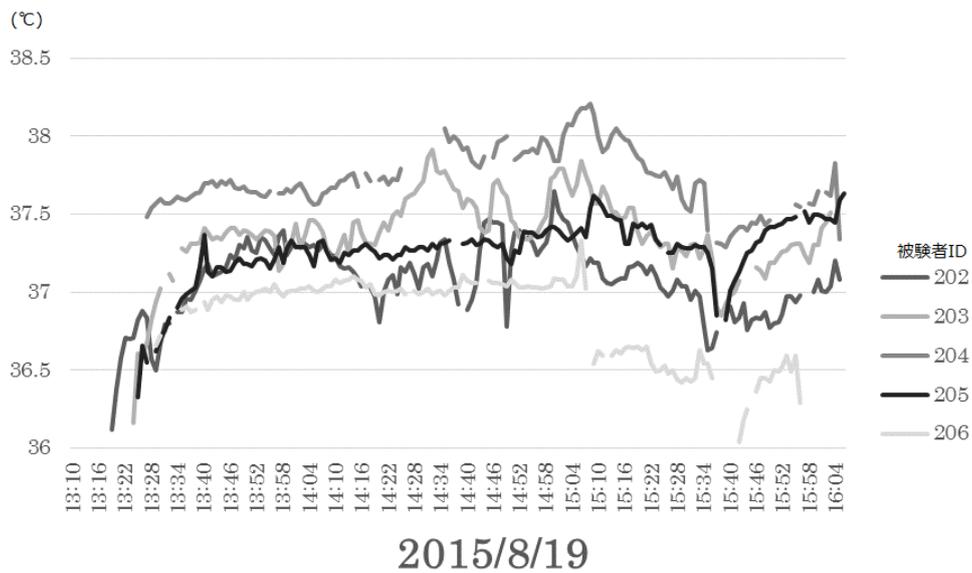
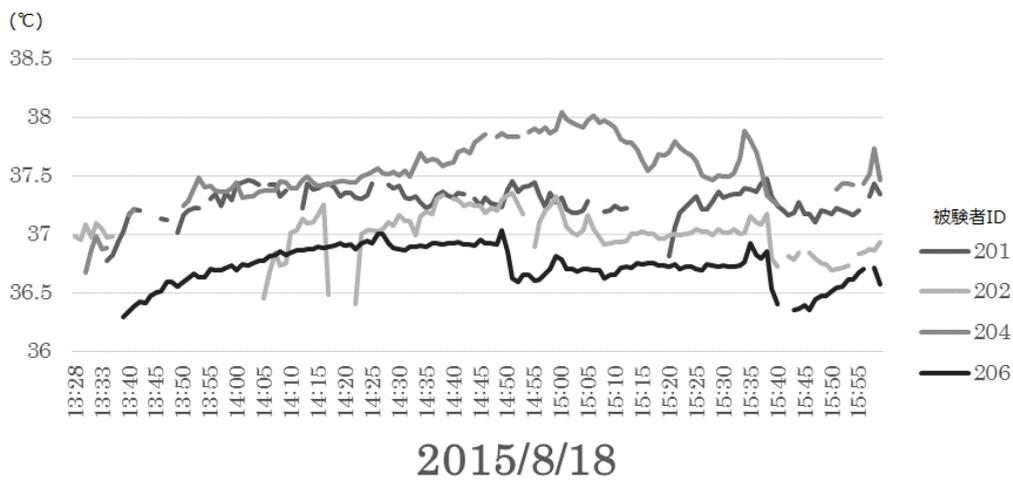
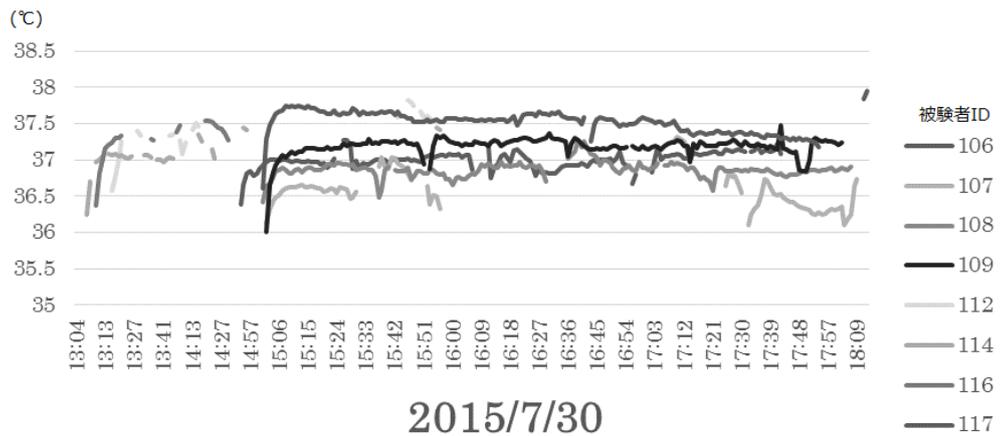


図4 作業中に測定した外耳道温の変化（7月30日、8月18日、8月19日）

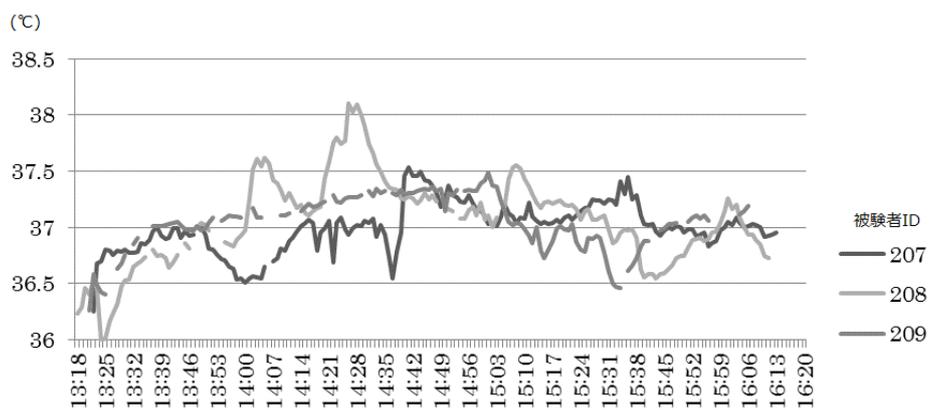
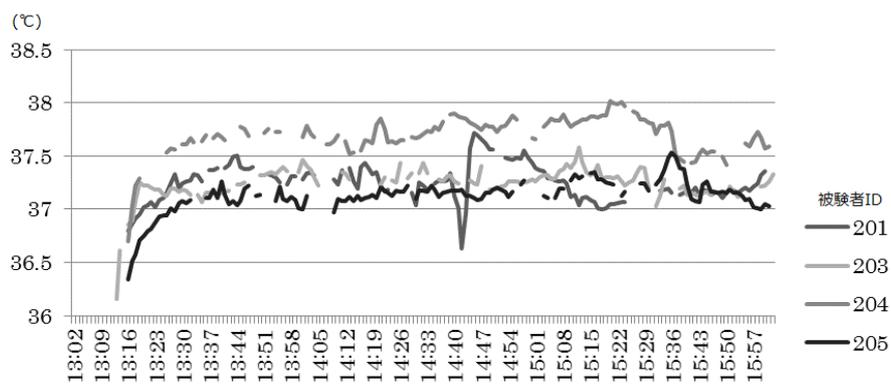
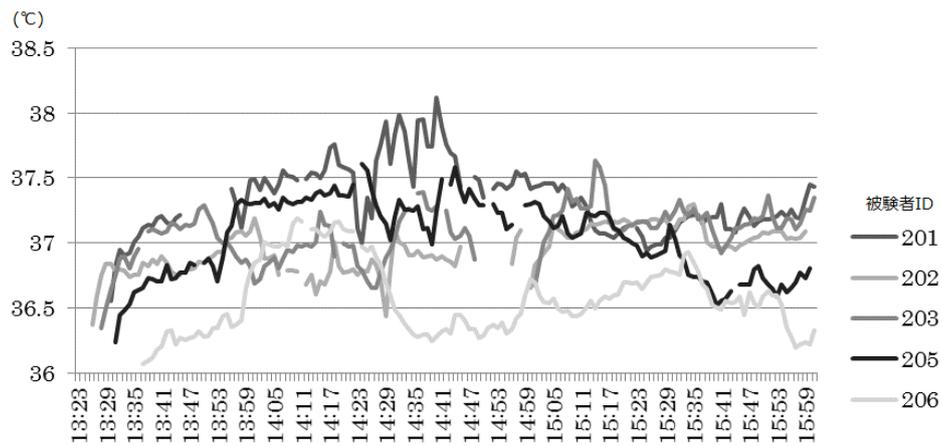
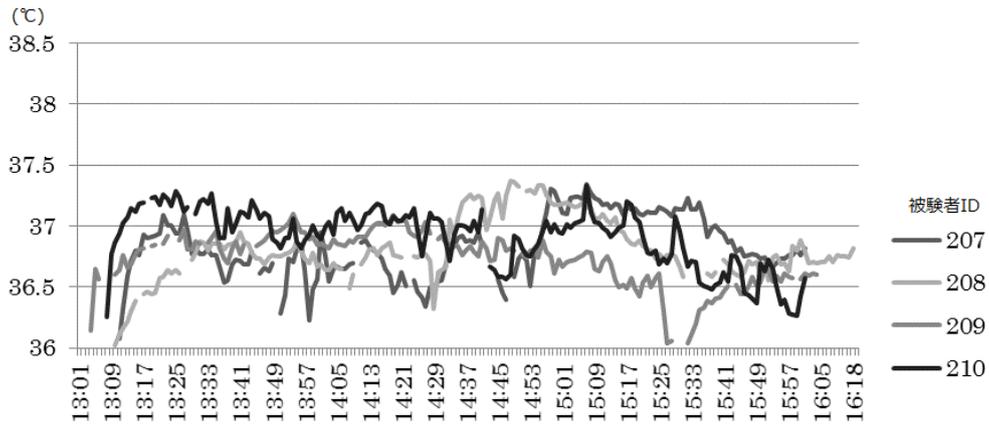
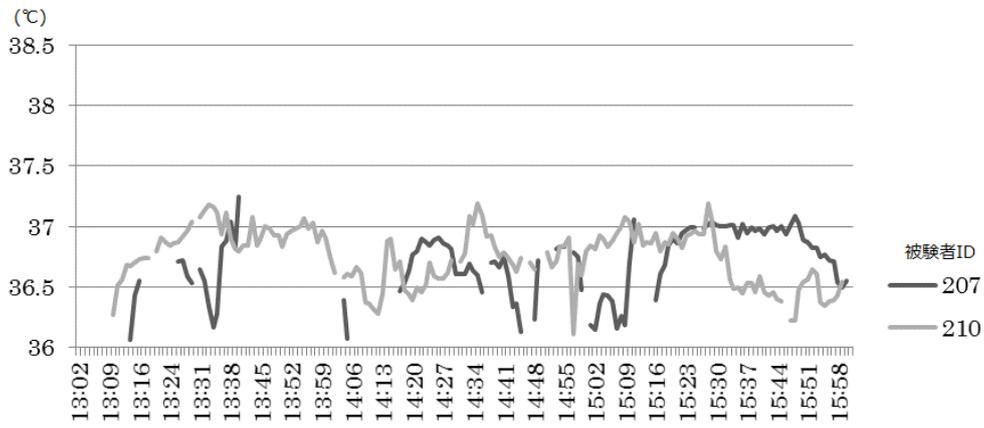


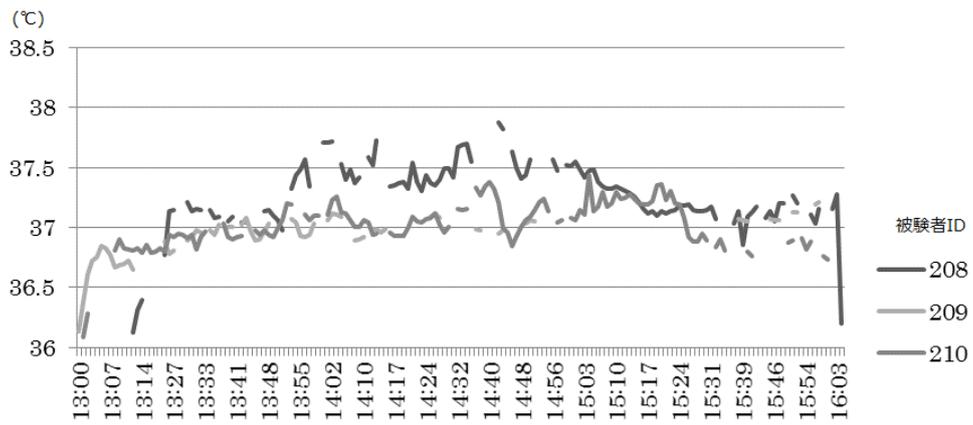
図4 作業中に測定した外耳道温の変化 (8月20日、8月21日、8月24日)



2015/8/25

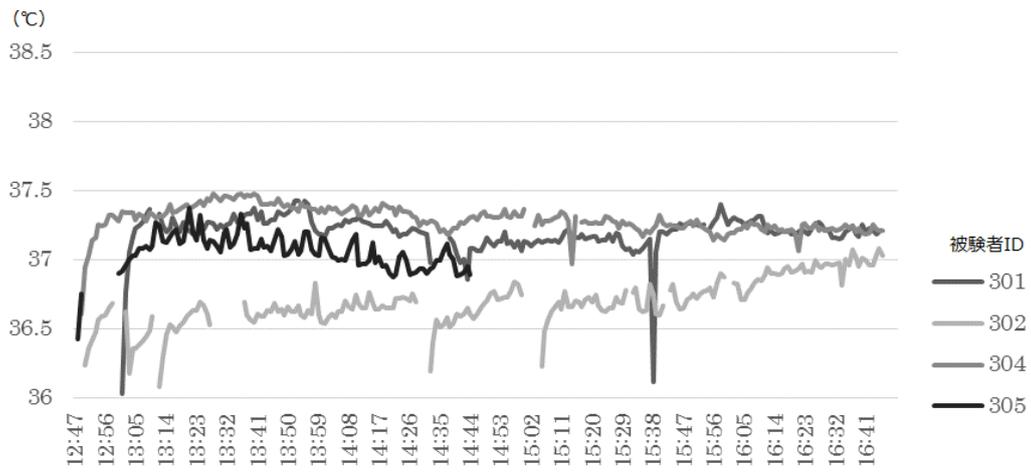


2015/8/26



2015/8/27

図4 作業中に測定した外耳道温の変化(8月25日、8月26日、8月27日)



2015/9/01

図4 作業中に測定した外耳道温の変化（9月1日）

注：9月2日及び9月3日は測定値欠損

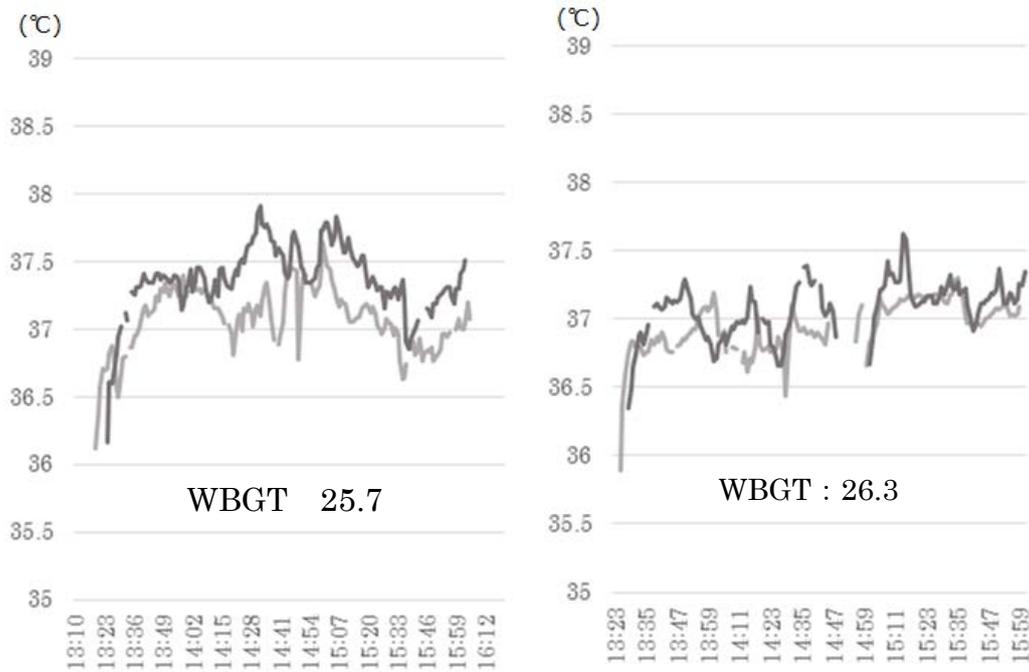


図5 作業中に測定した外耳道温の変化（左：8月19日、右：8月20日）  
 灰：34歳、持病無、喫煙（ID202）、黒：33歳、BMI37.1、糖尿病、非喫煙（ID203）

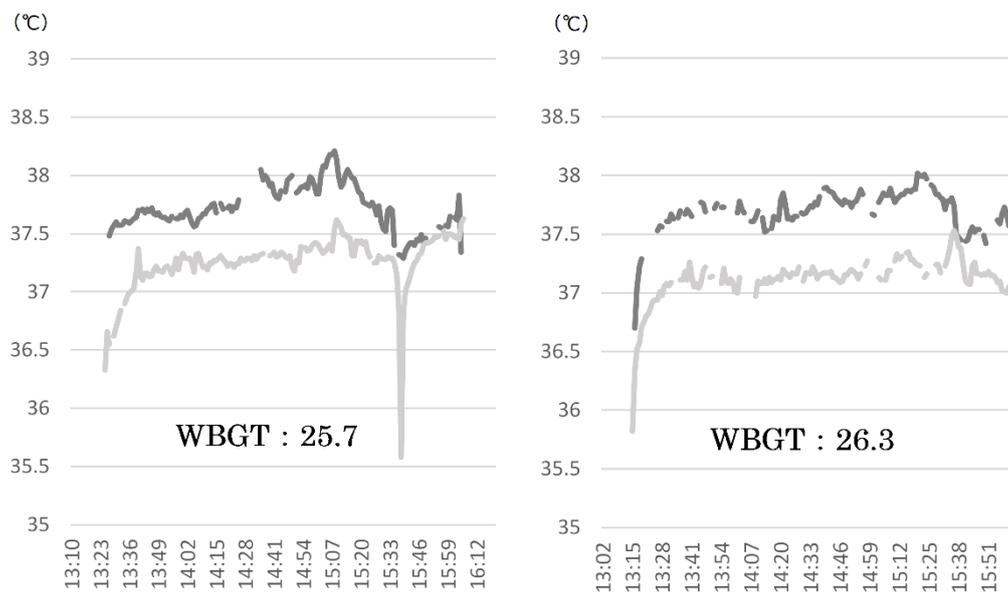


図5 作業中に測定した外耳道温の変化（左：8月19日、右：8月21日）  
 灰：28歳、持病無、喫煙（ID205）、黒：30歳、BMI30.4、糖尿病、喫煙（ID204）

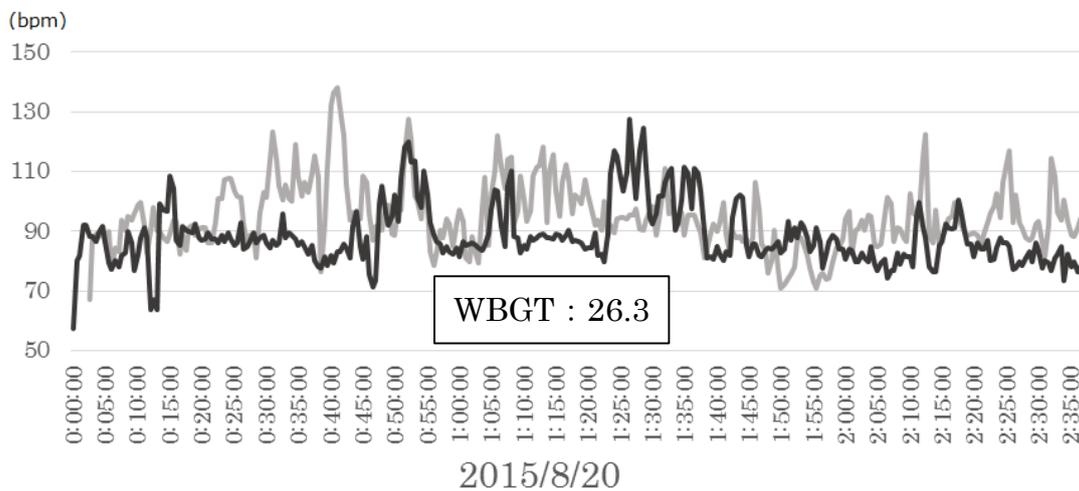
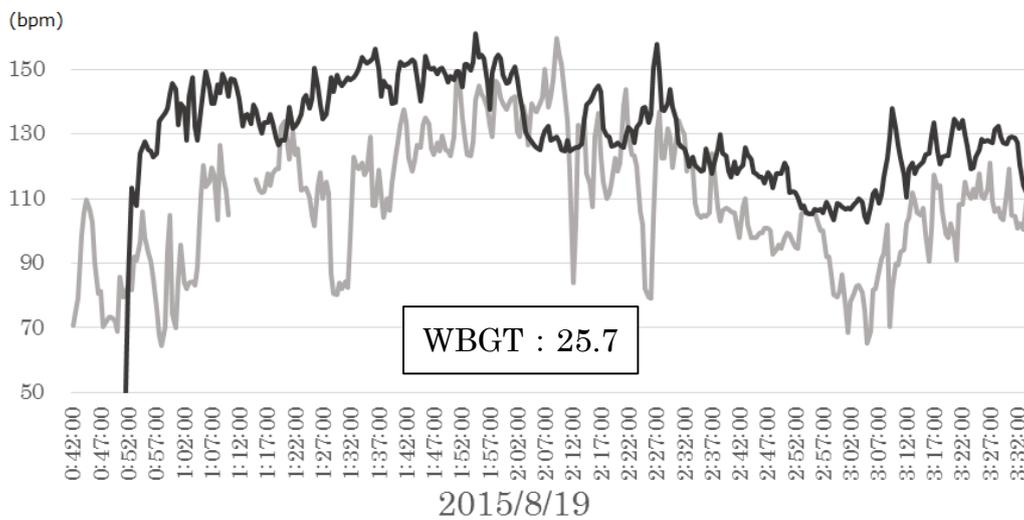


図6 作業中に測定した脈拍数の変化（上：8月19日、下：8月20日）  
 灰：34歳、持病無、喫煙（ID202）、黒：33歳、BMI37.1、糖尿病、非喫煙（ID203）

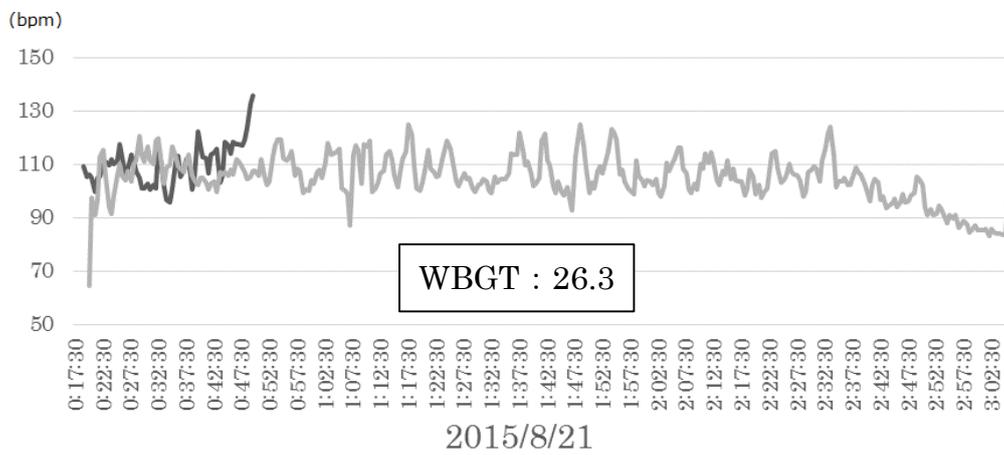
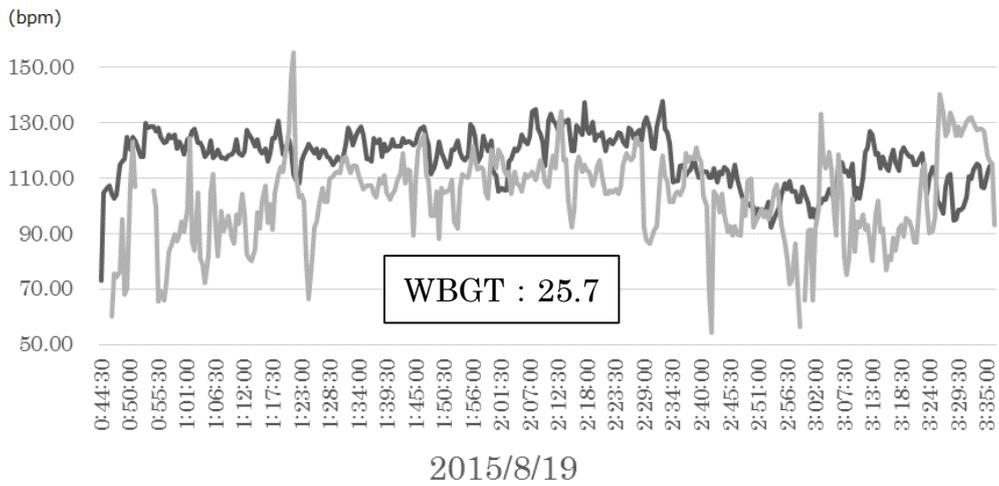


図6 作業中に測定した脈拍数の変化（上：8月19日、下：8月20日）  
 灰：30歳、BMI30.4、糖尿病、喫煙（ID204）、黒：28歳、持病無、喫煙（ID205）

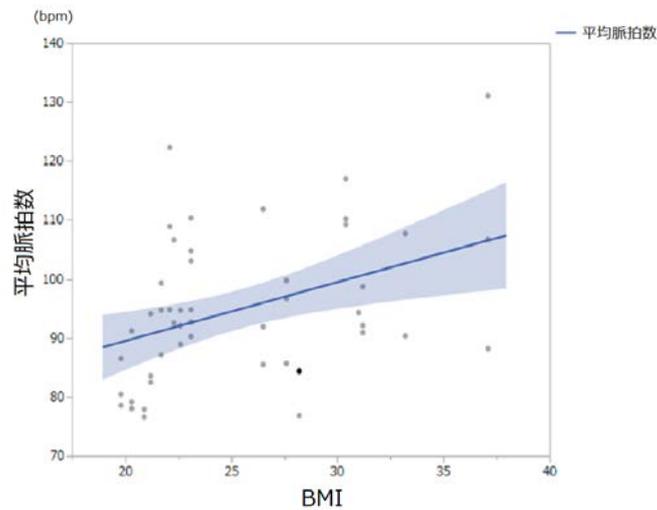


図7 BMIと平均脈拍数

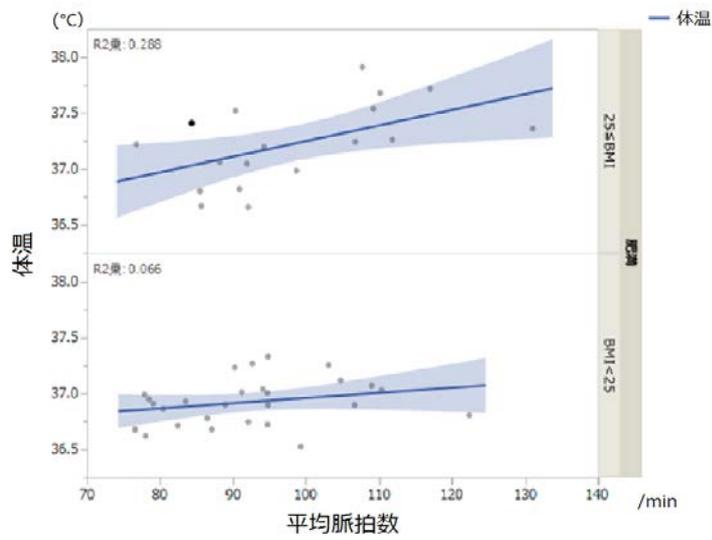


図 8 平均脈拍数と平均外耳道温、BMI 別

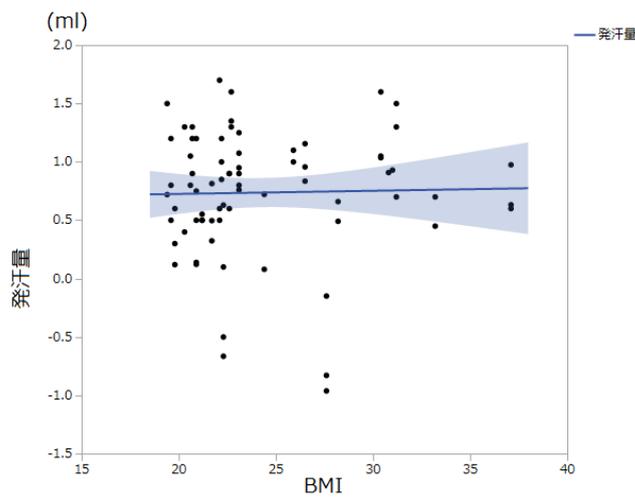
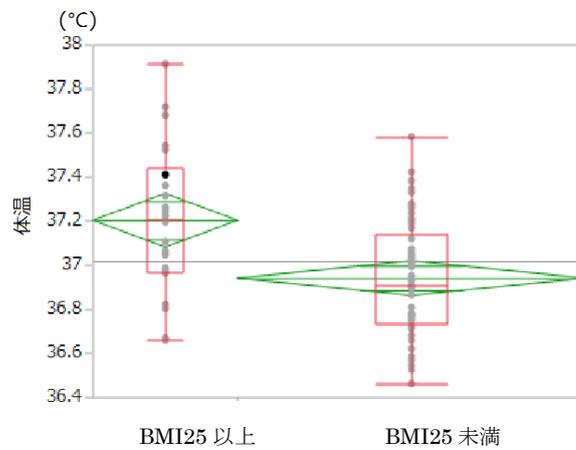


図 9 BMI と平均発汗量



P=0.0005

図 10 BMI と平均外耳道温

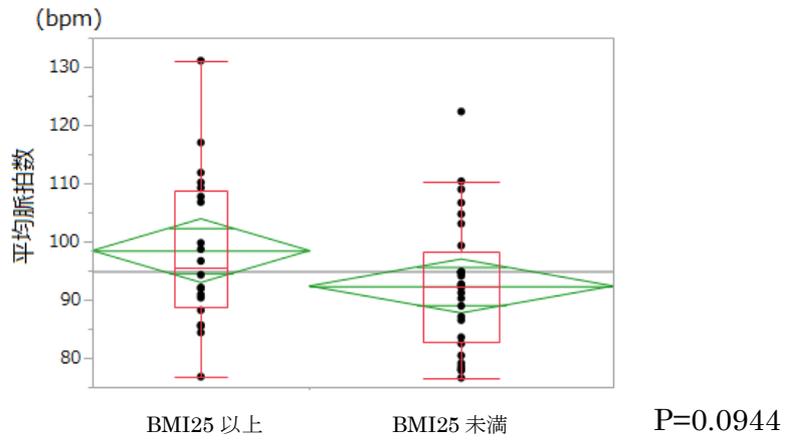


図 11 BMI と平均脈拍数

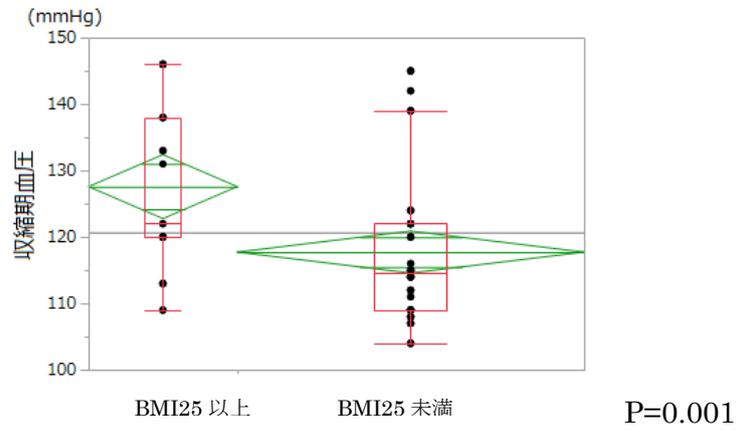


図 12 BMI と収縮期血圧

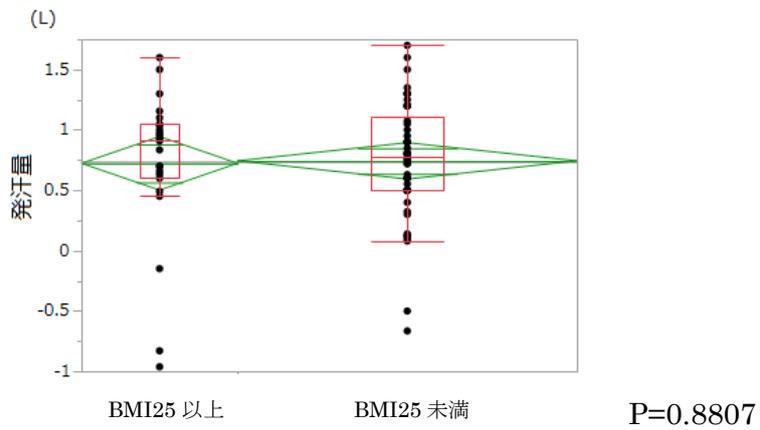
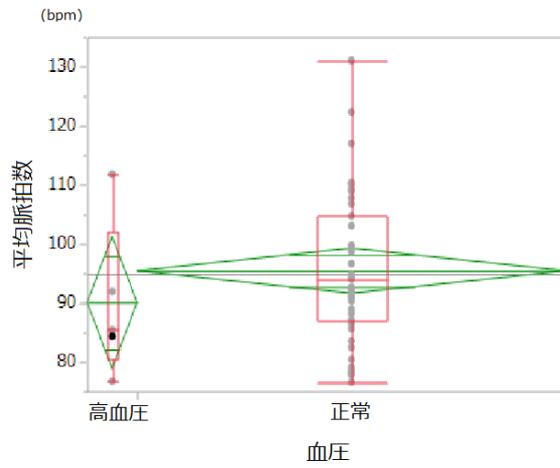
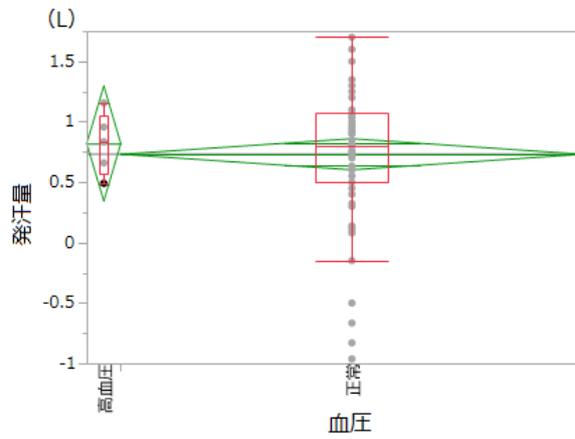


図 13 BMI と発汗量



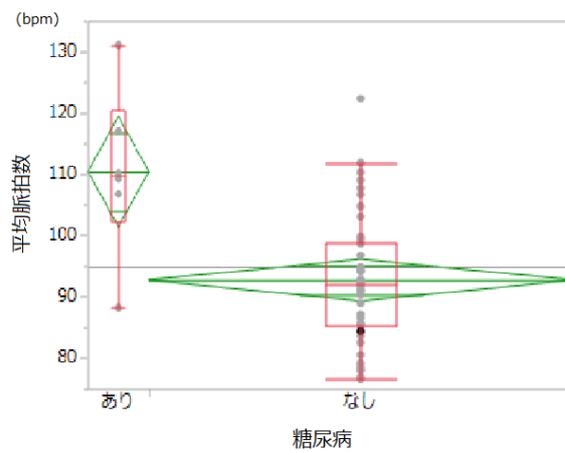
P=0.3636

図 14 血圧と平均脈拍数



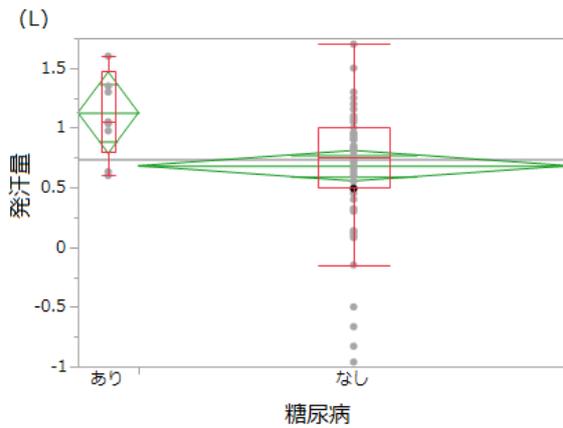
P=0.7215

図 15 血圧と発汗量



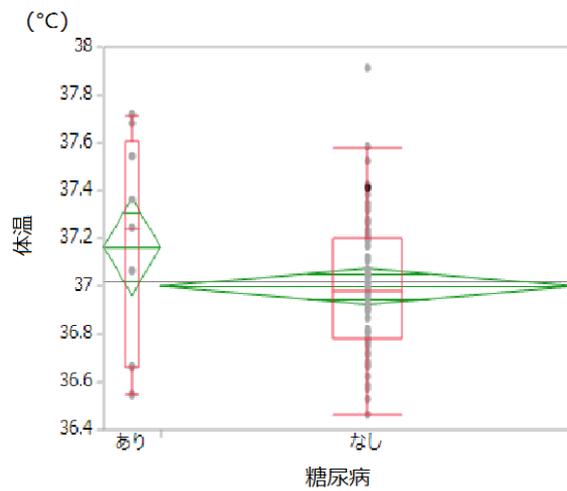
P=0.0006

図 16 糖尿病と平均脈拍数



P=0.0174

図 17 糖尿病と発汗量



P=0.1327

図 18 糖尿病と平均外耳道温

表 2 平均外耳道温を推定する最適モデルの検討

(ステップワイズ法による重回帰分析)

有意	パラメータ	推定値	自由度	平方和	F値	p
X	切片	33.4810387	1	0	0.000	1
X	WBGT	0.0365821	1	0.657554	16.278	0.00023
X	脈拍平均	0.00995116	1	0.657175	16.269	0.00023
	BMI	0	1	0.007447	0.181	0.67307
X	収縮期血圧	0.01366188	1	1.195645	29.599	0.00000269
	拡張期血圧	0	1	0.041656	1.032	0.31579
	HbA1c	0	1	0.044162	1.096	0.30147
	血糖	0	1	0.00009574	0.002	0.96188
	飲水量	0	1	0.000873	0.021	0.88522

## II. 研究成果の刊行に関する一覧表

### 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
田中友一朗、権守直紀、川波祥子、堀江正知	夏期の作業で使用される衣服の熱抵抗 (clo) 値	産業医科大学雑誌		印刷中	2016
権守直紀、田中友一朗、田中貴浩、川波祥子、堀江正知	発汗量と汗の成分についての検討	産業医科大学雑誌		印刷中	2016

### III. 研究成果の刊行物・別刷

#### 夏期の作業で使用される衣服の熱抵抗 (clo) 値

田中友一朗、權守直紀、川波祥子、堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

**背景:** 夏期の作業に従事する労働者の体温上昇に影響を与える主要な因子の一つとして衣服があり、その通気性、透湿性、熱抵抗などで影響が異なると考えられる。このうち顕熱抵抗はこれまで多くの衣服で ISO9920 に基づく clo 値が公表されている。しかし、実際の作業現場で行われる重ね着や安全衛生保護具などの影響を理論的に導くことは困難で、実測することが必要である。

**目的:** 本研究は、実際に夏期の作業で使用される衣服の顕熱抵抗を測定し、先行研究と比べることを目的とした。

**方法:** 本学人工気候室 (温度 25°C、湿度 40%、風速 0.1m/sec 以下) で発汗サーマルマネキン (Measurement 社) の各部温度を 35°C に設定して、夏期に組立工場で使用される作業服 (ポリエステル 65%、綿 35%) に保護具を着用させて、顕熱抵抗を測定した。また、先行研究の文献を PubMed 及び医中誌のデータベースで “clo” “fatigue” “wear” “服装” を検索語として検索した。

**結果:** 組立作業用の衣服 (綿肌着上下+作業服上下+軍手+軍足+運動靴) は 0.87~0.89 clo、休憩時の衣服 (綿肌着上下+作業ズボン+軍手+軍足+安全靴+帽子) は 0.65~0.68 clo などの測定結果を得た。過去の文献では、素材として不織布が綿よりも clo 値が高いこと、防火服や軍服は約 1.4 clo と高く、これに身体防護服を重ねると約 1.6 clo とさらに高くなることなどの報告を認めた。

**考察:** 夏期の作業用衣服の顕熱抵抗を文献的に調査して本研究での結果と比較することは困難であった。実際に現場で使用される衣服の組合せの顕熱抵抗は、実測が必要と考えた。熱中症予防や作業の快適化には、発汗時の潜熱抵抗、気流と通気性等の評価も無視できないと考えた。

#### 発汗量と汗の成分についての検討

權守直紀、田中友一朗、田中貴浩、川波祥子、堀江正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学

**目的:** 今まで汗の成分に関する研究が行われてはいるが、まだ不明な点も多い、そこで今回、汗の成分を実際に測定し分析することにした。

**対象:** 32 歳、男性。

**方法:** 脱水にならないように、対象者は事前に水分を十分補給した。採血した後、測定部位 (左腕) を水道水で洗浄し、水分を拭き取り、アルミ蒸着シートで左腕を覆い、汗を収集できるようにした。39 度の湯で半身浴し、発汗した。汗が集まってきた後、6 分間隔で 5 回、汗を回収した。最後の汗を回収後クールダウンし、15 分後に再度採血した。血液と汗の検体は翌日検査機関に提出した。

**結果:** 血液検査の結果は Na:139 mEq/L, Cl:102 mEq/L, K:6.3 mEq/L, BUN:8.5 mg/dL であった。最初に回収した汗の濃度は Na:49mEq/L, Cl:48mEq/L, K:5.6 mEq/L, BUN:14.1 mg/dL であった。最後に回収した汗の濃度は Na:66 mEq/L, Cl:62mEq/L, K:4.6 mEq/L, BUN:11.7 mg/dL であった。汗に Ca, Mg, Cr, 尿酸は微量含まれ、P, グルコースは検出されなかった。

**考察:** 血液と汗の濃度を比較すると、Na, Cl は明らかに汗の方が薄かった。Na, Cl は汗管で再吸収されることが知られており、汗の方が薄いことは今までの知見と一致していた。血液の K 濃度が高いが、採血から検査まで 1 日を要しており、溶血したものと推測される。BUN に関しては汗の方が高い値を示したので、排泄機構が働いたものと推測される。グルコースなど比較的分子量が大きな物質は汗として分泌されないことが示唆された。今までの研究で分時発汗量が増加するにつれて、Na, Cl 濃度が増加することは広く知られている。今回の実験では、最初と最後の汗を比較すると、Na, Cl 濃度は上昇しているの、分時発汗量は増加したものと思われる。一方、BUN, K は逆に減少していた。Na, Cl が再吸収される代わりに、代謝産物である BUN, K が分泌される機構が存在すると推測される。今回の結果を基に汗の成分と発汗量の関係を再考し、更に研究を進めて行きたい。

労災疾病臨床研究事業費補助金  
熱中症予防等に資する一般定期健康診断を通じた  
効果的な健康管理に関する研究（14020201-01）  
平成 27 年度 総括研究報告書

発行者 堀江 正知

産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健管理学研究室

平成 28（2016）年 3 月

不許複製