

室内気流が作業効率に与える影響

The Effect of Indoor Air Velocity on Productivity

9830103 岩本 美穂 Miho IWAMOTO

1. はじめに

室内気流が作業効率に与える影響を明らかにすることを目的として、被験者実験を行った。本研究では、等 SET^{*}(1,2)条件下における気流速度を変化させ、気流が作業効率に与える影響を調べた。また、被験者が気流の強さを自分の好みに合わせて自由に調節できる条件を加え、自分で調節できることによる作業効率への影響を調べた。さらに、室内空気質が作業効率に与える影響についても検討した。本報では、被験者実験方法を示し、被験者実験結果のうち、「自分で調節できることによる作業効率への影響」の申告結果について報告する。

2. 被験者実験方法

2-1 実験期間・場所 実験は平成13年7月2日～同年8月3日に、早稲田大学61号館温熱環境室に設置された人工気候室にて行った。図1に実験室平面図を、図2に実験風景を示す。

2-2 実験条件 被験者の着衣はオフィスにおける標準的な着衣であるスーツ(ジャケットなし)とした。サーマルマネキン³⁾測定による着衣量は0.71cloであった。表1に実験環境条件を示す。SET^{*}は、着衣量0.71clo、作業量1.1metとして算出した。人工気候室を空気温度28℃、放射温度28℃、相対湿度50%Rh、静穏気流0.10m/sに制御し、この環境をControl条件とした。

空気温度31℃、放射温度31℃、相対湿度50%Rhの場合に、「弱」・「中」・「強」の3段階で気流強度を調節可能な扇風機を用い、気流を発生させた。扇風機は、被験者の体中心から左に1.3m離れた位置に、ファンの中心部が床面高さ0.7mとなるように設置した。気流強度を「中」に固定し、被験者が気流強度を調節できない条件を「31℃+CAV条件」、被験者が気流の強さを自分の好みに合わせて自由に調節できる条件を「31℃+PAV条件」とし、自己調節可能な環境が作業効率に与える影響を調べた。

さらに、室内空気質が作業効率に与える影響を調べるために、人工気候室内にホルムアルデヒド汚染源として、シナ共芯合板を設置した条件を設けた。環境条件は、空気温度28℃、放射温度28℃、静穏気流とした。実験中のホルムアルデヒド濃度の測定にはDNPH-HPLC法を用いた。上記4条件以外に、作業の学習効果を除くため、実験の第1回目にControl条件と同環境で練習条件を設けた。

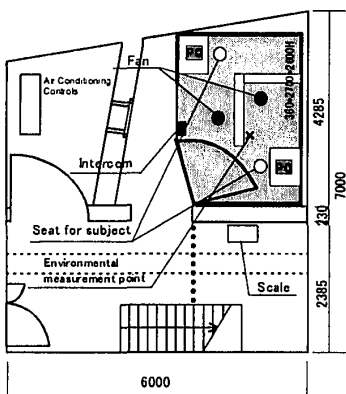


Fig.1 Plan and Experimental Setup in a Climatic Chamber



Fig.2 Subject during Experiment

2-3 被験者 被験者は、健康な大学生年齢の男性21名とした。被験者には実験終了後、正当な報酬に加えて、作業に取り組む動機レベルを一定に保つために成績優秀者にボーナスを支払った。被験者は1週間間隔で5条件とも同じ曜日、時間帯の実験に最大2名ずつ参加した。

Table 1 Experimental Conditions (0.71clo, 1.1 met)

条件	空気温度 [°C]	放射温度 [°C]	湿度 [%Rh]	気流 [m/s]	SET* [°C]	Plywood
Practice	28.2 (0.07)	28.2 (0.08)	50 (0.6)	0.10 (0.10)	29.3	—
Control	28.3 (0.10)	28.2 (0.12)	51 (0.6)	0.10 (0.10)	29.4	—
31℃+CAV ^{※1}	31.0 (0.19)	31.0 (0.20)	50 (0.6)	1.44 (1.33)	28.6	—
31℃+PAV ^{※2}	31.2 (0.13)	31.2 (0.14)	49 (0.6)	1.82 (1.71)	28.4	—
Plywood ^{※3}	28.2 (0.07)	28.2 (0.08)	52 (0.5)	0.10 (0.10)	29.4	有

※1 自己調節不可能な気流をCAV(Constant Air Velocity)と略す

※2 自己調節可能な気流をPAV(Preferred Air Velocity)と略す

※3 シナ共芯合板をPlywoodと略す () standard deviation

2-4 実験手順 被験者は実験前後および各作業後に室内の温熱環境や疲労感、作業の負荷、気流感についての主観的評価について申告を行った。表2に申告用紙一覧を示す。

被験者は実験服に着替えた後、人工気候室に入室し、約135分間の曝露実験を開始した。被験者は入室後、着席して温熱環境調査票及び自覚症状調べ⁴⁾に記入し、腋窩温を測定した。30分間椅座位安静にした後、自覚症状調べと第1回目の温熱環境および覚醒・疲労感・知覚空気質に関する申告を行った。その後、15分間のWalter Reed Performance Assessment Battery⁵⁾(以下、PABと略す)、30分間のテキストタイピング作業、2回目の15分間のPABを被験者に課した。各々の作業終了後被験者は日本語版NASA-TLX^{6,7)}を加えた第2~4回目の申告を行った。また、31℃+CAV条件及び31℃+PAV条件時には気流に関する申告も行った。テキストタイピング作業に関しては5分に1回、1分間のインターバルを設け、計6回の作業を行った。申告を行う時間も含め、各作業間に10分間の休憩を取った。被験者は実験開始前及び実験終了後に、下着のみの状態で体重測定を行った。図3に実験手順を示す。

Table 2 Voting Sheets

① 自覚症状調べ (日本産業衛生協会産業疲労研究会)	疲労一般の訴え10項目からなるI群、心的症状の訴え10項目からなるII群、心身症的訴え10項目からなるIII群の全30項目で構成されており、各項目に対して○×で申告する。
② 温熱環境および覚醒・疲労感・知覚空気質に関する申告	温冷感・快不快感・熱的受容度・発汗感覚といった室内の温熱環境についての質問と、覚醒・疲労感・空気の新鮮度についての質問から構成されている。
③ 日本語版 NASA-TLX	作業を行った際の身体的・精神的な要求、作業達成度、努力の程度、集中度などの主観的な作業負荷評価についての質問で構成され、低い・高いの両極をもつ線分上に印をつける。低いを0、高いを100として解析を行う。
④ 気流に関する申告	気流感・快不快感・気流の受容度といった気流についての質問から構成されている。また、自由記述によるアンケートも行った。31℃+CAV条件では、制御された気流をどう調節したいかについての申告を行った。31℃+PAV条件では、気流を調節できることに対する満足感についての申告を行った。

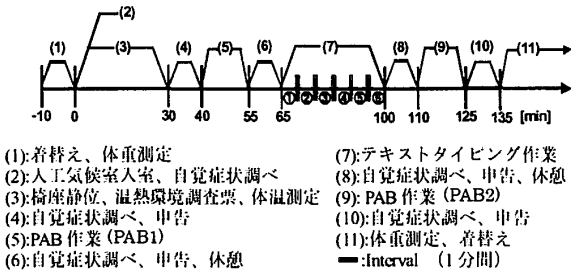


Fig.3 Experimental Procedure

3. 統計解析方法

自覚症状調べによる疲労感の訴え率の3群間比較には、危険率を5%として定め分散分析を行った後、ポストホックテストとして最小有意差法(フィッシャーのL.S.D.)を用い統計解析を行った。また、自己調節可能及び不可能な気流条件間の比較には、対応のあるt検定を行った。

4. 自己調節可能・不可能な気流条件における申告結果

4-1 自覚症状調べに関する申告結果 自覚症状調べは、表2に示したように全3群から構成されており、吉竹ら⁴⁾によって、疲労の型は、自覚症状調べの各症状群間の順序関係により、一般型(I>III>II)、精神作業・夜勤型(I>II>III)、肉体作業型(III>I>II)の3種類に大別されることが報告されている。

図4~5に31°C+CAV条件及び31°C+PAV条件における疲労感の訴え率の3群間比較を示す。ここで、各群における訴え率は、全5回の申告における全被験者の平均訴え率である。31°C+CAV条件において、I群における訴え率がIII群における訴え率よりも有意に高く(p<0.05)、I群とII群間、II群とIII群間の平均値には有意差が認められなかった。31°C+PAV条件においては、I>III>IIという有意な順序関係(p<0.01)が認められ、疲労の型は、一般型であった。各群の訴え率について31°C+CAV条件及び31°C+PAV条件間の比較を行ったところ、31°C+CAV条件の方が31°C+PAV条件よりもII群の心的症状についての訴えが有意に高かった(p<0.01)。

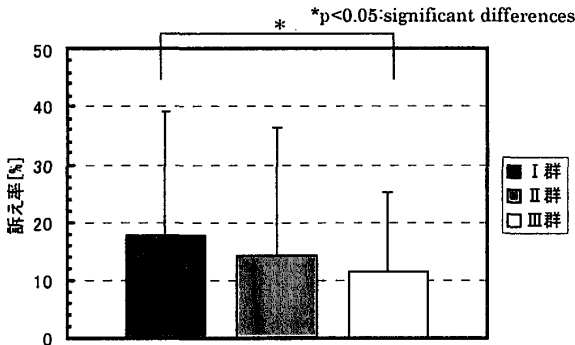


Fig.4 Subjective Symptom of Fatigue at 31°C+CAV

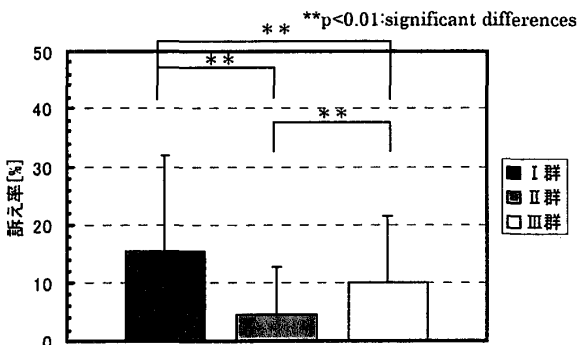


Fig.5 Subjective Symptom of Fatigue at 31°C+PAV

4-2 作業への集中度に関する申告結果 各作業後に作業への集中度に関する申告を行った。図6に作業への集中度平均値を示す。全被験者の作業への集中度申告における平均値を比較したところ、2回目のPAB作業後において、31°C+CAV条件よりも31°C+PAV条件の方が作業への集中度が有意に高かった(p<0.05)。

4-3 気流に対する快不快感申告結果 気流に対する快不快感申告の結果を図7に示す。Typing作業後において、31°C+CAV条件よりも31°C+PAV条件の方が不快感が少なく、快適に感じる傾向が見られた(p<0.1)。

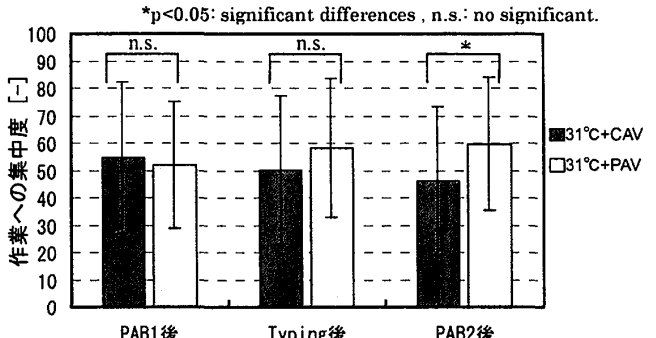


Fig.6 Average Value of Intensive Degree on each Trial

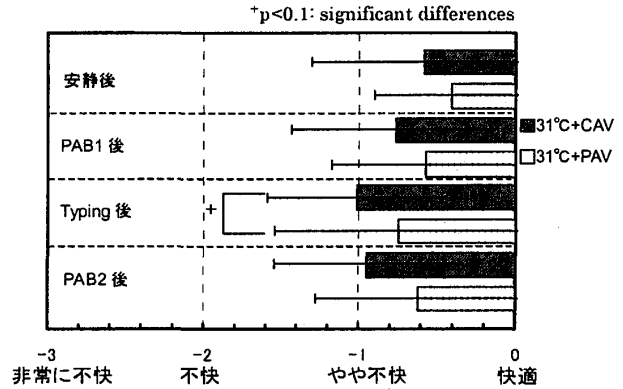


Fig.7 Comfort Sensation Vote of Air Velocity

5. まとめ

室内気流が作業効率に与える影響を明らかにすることを目的として被験者実験を行った。本報では、自分で調節できることによる作業効率への影響について述べた。

自覚症状調べの申告結果より、自己調節不可能な気流条件は、調節可能な気流条件よりもII群における訴え率の平均値が有意に高かった。自己調節可能な気流条件の方が、調節不可能な気流条件よりも2回目のPAB作業後において作業への集中度が有意に高く、作業に集中できたことが示唆された。また、Typing作業後において、自己調節可能な気流条件の方が調節不可能な気流条件よりも不快感が少なく、快適に感じる傾向が見られた。

[参考文献]

- 1) A.P.Gagge, A.P.Fobclets and L.G.Berglund: A Standard Predictive Index of Human Response to the Thermal Environment, ASHRAE Trans., Vol.92, Part2B, pp.709-731, 1986
- 2) ASHRAE Handbook Fundamentals, Chapter 8, ASHRAE, 2001
- 3) 田辺新一、長谷部ヤエ: 皮膚温度可変型サーマルマネキンによる室内環境評価法に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集 第448号, pp.1-7, 1993
- 4) 吉竹博: 改訂産業疲労-自覚症状からのアプローチ-, 労働科学研究所出版部, 1993
- 5) David R. Thorne, Sander G. Genser, Helen C. Sing and Frederick W. Hegge: The Walter Reed Performance Assessment Battery, Ankh International Inc. Printed in the U.S.A., Neurobehavioral Toxicology and Teratology, Vol.7, pp.415-418, 1985
- 6) 芳賀繁、水上直樹: 日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定-各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度-, 人間工学 Vol.32(2), pp.71-79, 1996
- 7) Hart, S. G and Staveland, L. E.: Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock and N. Meshkati (eds.), Human Mental Workload, North-Holland, pp.139-183,1988