

（８）作業現場における呼吸用保護具の装着感に関する調査

研究協力者 長谷川 将之^{1,2}，大神 明²，宮本 俊明¹，池上 和範²，安藤 肇²

所属 1 新日鐵住金株式会社君津製鐵所 安全環境防災部 安全健康室

所属 2 産業医科大学 産業生態科学研究所 作業関連疾患予防学研究室

A. 背景

粉じん作業労働者数は、昭和55年の572,086人から、その後減少傾向にあるものの、近年は45万人前後で推移しており、毎年24万人前後の粉じん作業労働者が、じん肺健康診断を受診している。じん肺の新規有所見者は長期的には大幅減少しているが、ここ数年減少せず、今なお年間約200人発生している現状から、呼吸用保護具の適切な着用を促進する対策が必要である。

B. 目的

呼吸用保護具は粉じんによる健康障害を防止するために、多くの粉じん作業場で使用されている保護具であるが、その装着による息苦しさや不快感が不適切な使用に繋がっている懸念がある。平成27年の労働安全衛生法の一部を改正する法律により、電動ファンを内蔵した呼吸用保護具が国家検定の対象となり、一部の特定化学物質では電動ファン付き防じんマスクの使用が推奨されるなど、呼吸用保護具に新たな選択肢が生じている^{1),2)}。電動ファン付き防じんマスクは面体内部が常に陽圧になるため、従来の呼吸用保護具と比較すると高い防護性能と快適性を併せ持つ特徴があり、その快適性から保護具の適切な使用や生産性の向上が期待される。今回、現場作業者を対象に、保護具の種類による装着感

や疲労度を調査し、労働者に対する作業管理の指導に活かすことを目的とした。

C. 対象と方法

調査対象者は常時呼吸用保護具を使用している男性作業員13名であった。調査開始前に質問票（Ⅰ）を用いて作業歴や作業時間、嗜好品等に関する情報を得た。対象者の基本属性を表1に示す。疾病加療中の者を1名認めしたが、消化器疾患であった。

被験者を2群に分け、クロスオーバー法に則り、通常の防じんマスク着用、電動ファン付き防じんマスク着用の2種類の状態で測定を行った（図1、2）。作業環境は装着感や疲労度などの調査項目に影響を与えることが想定されるため、作業中の気温、湿度、暑さ指数（WBGT）の測定を行った（表2）。作業内容としては通常の業務を各種保護具毎に2日間行い、作業終了後に質問票（Ⅱ）を用いて保護具の装着時間、装着感や疲労度、精神的ストレスに関する情報を得た。

本調査で使用した呼吸用保護具の規格を以下に示す。溶接作業などの粉じん作業場で普及している防じんマスク（PL2）と同等の粒子捕集効率を有するPAPRを選択した。

防じんマスク

- ・DR28SL2W

(PL2、粒子捕集効率95%以上)

- ・サカキ式1005RR-05型

(PL2、粒子捕集効率95%以上)

PAPR

- ・Sy28RX2

(半面形、PL1、粒子捕集効率95%以上、
ブレスレスポンス式、大風量形)

- ・BL-100S

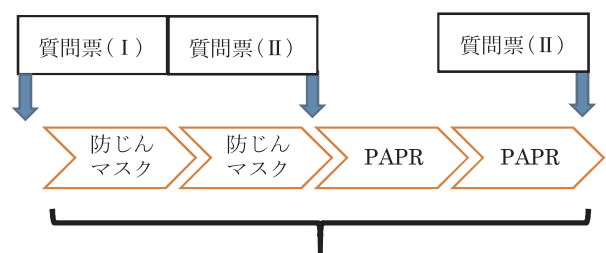
(半面形、PL1、粒子捕集効率95%以上、
ブレスレスポンス式、大風量形)

表1 対象者の基本属性

	平均	標準偏差
年齢 (歳)	35.5	12
身長 (cm)	175.2	5.7
体重 (kg)	78.9	16.6
平均作業時間 (時間/日)	5.2	1.0
平均保護具着用時間 (時間/日)	4.8	0.7



図1 測定順序



※呼吸用保護具は
通常業務に合わせて装着

図2 調査のプロトコール

表2 調査期間の作業環境

	平均値	標準偏差
気温 (°C)	10.4	3.6
湿度 (%)	27.1	12.3
黒球 (°C)	16.0	7.0
WBGT (°C)	8.3	4.2

WBGT-213A (京都電子工業株式会社) を用いて測定

D. 倫理的配慮

本調査は産業医科大学倫理委員会の承認を得ており、また、個人情報の取り扱い及び保管には万全の配慮を行った。

E. 統計学的手法

従属変数を評価指標、独立変数を保護具の種類として、Wilcoxonの符号付き順位検定を行った。

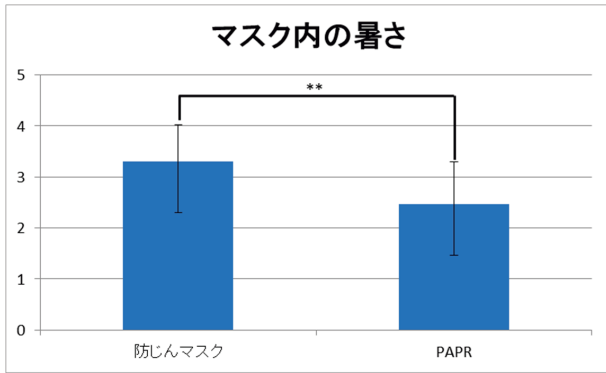
F. 結果

装着感に関する指標

マスク内の湿度、マスク内の暑さ、息苦しさ、口呼吸の頻度、疲労感、発汗といった指標においては防じんマスクに対してPAPRの方が良好な値を示した。このうち、統計学的に有意な差を認めた項目はマスク内の暑さのみであった (図3)。一方、装着感、息切れ、保護具の重さといった指標においては、PAPRより防じんマスクの方が良好な値を示した。このうち、統計学的に有意な差を認めた項目は保護具の重さのみであった (図4)。

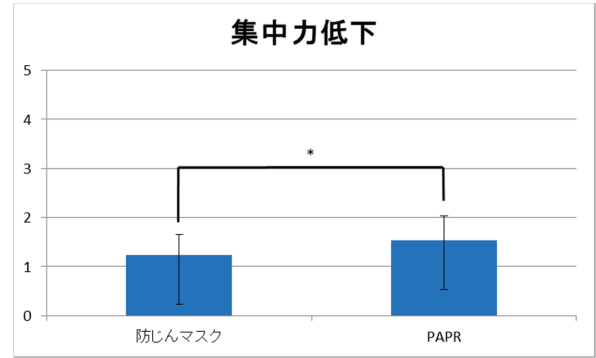
精神的ストレスに関する指標

精神的ストレスに関する指標としては、憂鬱、集中力低下、仕事中断が増えたといった項目で統計学的に有意差を認め、いずれの項目においても防じんマスクの方がPAPRよりも良好な値を示した。



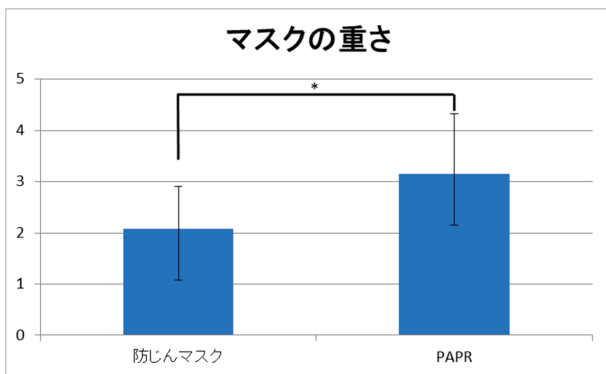
1. とても涼しい～5. とても暑い の5段階
エラーバーは平均値の標準偏差を示す
**; p<0.01 Wilcoxon符号付き順位検定

図3 マスク内の暑さ



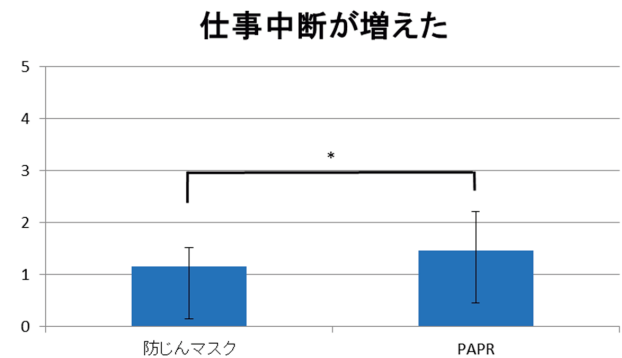
1. 全くなかった～5. 強くあった の5段階
エラーバーは平均値の標準偏差を示す
*; p<0.05 Wilcoxon符号付き順位検定

図6 集中力の低下



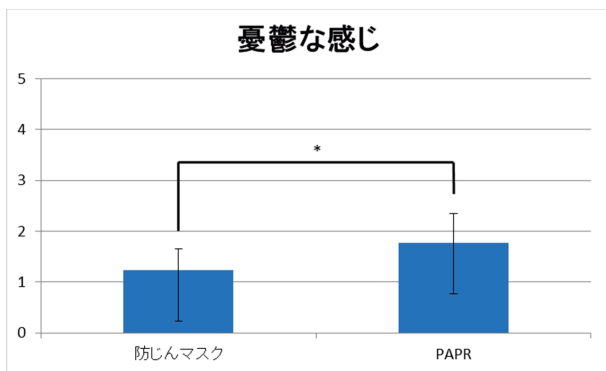
1. とても軽い～5. とても重い の5段階
エラーバーは平均値の標準偏差を示す
*; p<0.05 Wilcoxon符号付き順位検定

図4 マスクの重さ



1. ほとんどない～5. ほとんどずっと の5段階
エラーバーは平均値の標準偏差を示す
*; p<0.05 Wilcoxon符号付き順位検定

図7 仕事の中断が増えた



1. 全くなかった～5. 強くあった の5段階
エラーバーは平均値の標準偏差を示す
*; p<0.05 Wilcoxon符号付き順位検定

図5 憂鬱な感じ

G. 考察

本調査においてマスク内の暑さについては有意にPAPRの方が良好な結果を示した。高原らによる呼吸用保護具の違いによる暑熱環

境下での体温や呼吸数、自覚症状への影響に関する調査³⁾においても、PAPRが直腸温の上昇や呼吸数などの生体負担が小さかったと報告されていることから、PAPRが体温上昇やそれに伴う不快感を軽減する可能性が示唆された。また、有意差を認めなかったが、息苦しさににおいてPAPRの方が良好な結果を示した点についても、川波らによる防じんマスクの種類による呼吸への影響に関する報告⁴⁾においてPAPRが換気の補助に有効である可能性が示されている点において、相違ない結果であったと考えられる。本調査は冬季に実施され、調査期間中の作業環境は平均気温 10.4℃、WBGT 8.3℃と低値であったにもかかわらず有意差を認めたことから、夏季や

暑熱職場においては体温上昇やそれに伴う不快感、息苦しさに対する軽減効果が更に期待されると考えられた。

マスクの重さについてはメーカー基準として防じんマスクは平均163.5g以下(DR28SL2W; 170g以下、サカキ式1005RR-05型;157g以下)である一方、PAPRは平均347g以下(Sy28RX2; 311g以下、BL-100S; 383g以下)と2倍近い重量となることから妥当な結果であると考えられた。Sy28RX2は面体にバッテリーを内蔵するタイプで、BL-100Sはベルトやポケットに装着したバッテリーケースから電源コードを介してマスクに電力を供給するタイプであるが、Sy28RX2の方が重さの訴えが強かったことから、総重量よりも面体の重さが影響したことが考えられた。

精神的ストレスに関する指標では、憂鬱、集中力低下、仕事中断が増えたといった項目で有意に防じんマスクの方が良好な結果を示した(図5、6、7)。本調査ではPAPRの装着期間が2日間と短期間であり、対象者からは面体部の重量増加に伴う接顔面(特に鼻背部)の違和感に関する意見や、狭い作業場において電源コードが作業時に邪魔になるといった意見があったことから、使い慣れていないことが精神的ストレスに関する指標に影響を及ぼしたと考えられた。また、集中力低下については、バッテリー一体型であるSy28RX2は防じんマスクと比較してほとんど差を認めなかったが、電源コードを有するBL-100Sにおいて訴えが強かったことから、集中力を要する作業においてはコードを有するタイプのPAPRは適さない可能性が示唆された。

H. 調査の限界と今後の展望

本調査では短期間の装着感を評価したが、保護具への慣れによる影響が強く影響した可能性が考えられたことから、今後は長期的

な装着を想定した調査により、慣れの影響に配慮した調査が望まれる。また、本調査は冬季の非暑熱作業において実施されたが、夏季や暑熱作業においては異なる結果となることが想定されることから、様々な作業環境を想定した調査が必要であると考えられた。

I. 結語

本調査では、PAPRの装着が暑熱による不快感を軽減する可能性が示唆された。また、PAPRの装着感は防じんマスクの装着感に劣ることはなく、マスクの重さや慣れが影響したと考えられる精神的ストレスについては今後マスクの軽量化が進めば軽減される可能性があり、PAPRの有用性向上が期待される。

J. 文献

1. 厚生労働省, 電動ファン付き呼吸用保護具の規格. 厚生労働省告示第四百五十五号, 2014
2. 厚生労働省, 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び労働安全衛生規則等の一部を改正する省令の施行について. 基発0930第9号, 2015.
3. 高原 しおん 砂田健一, 川波 祥子, 井上 仁郎, 堀江 正知, 明星 敏彦 暑熱環境における5種類の防じんマスク装着による体温及び呼気ガスの変化(第30回産業医科大学学会総会学術講演・展示抄録集). Journal of UOEH. 2013; 35(1): 75
4. 川波 祥子 上野しおん, 中田 博文, 松井 亜弓, 濱本 貴史, 井上 仁郎, 堀江 正知. 防じんマスクの種類による呼吸への影響(第31回産業医科大学学会総会学術講演・展示抄録集) Journal of UOEH 2014; 36(1): 87