

研究課題名：溶接作業者の溶接ヒュームばく露（個人ばく露と生体内ばく露）と健康影響の関係に関する疫学的研究

研究代表者名：辻 真弓

研究年度：令和3年度

【研究目的】

職場における化学物質のリスクを検討するには化学物質の有害性を知る必要がある。一般的に溶接ヒュームに多く含有される化学組成は鉄、ケイ素、マンガンの酸化物であり、その他、アルミニウム、カドミウム、クロム、チタン、鉛、ニッケル等、様々な物質が含まれている。溶接ヒュームは、発がん性、神経既往障害、呼吸器系障害などの有害性が知られている。しかしながら日本において溶接ヒューム作業に従事する労働者の生体試料を用いた疫学研究は行われていない。したがって我々は、溶接ヒュームばく露の健康影響と環境中溶接ヒューム濃度並びに生体試料中の溶接ヒューム関連化学物質濃度の関係を明らかにすることを目的として疫学調査を行うこととした。令和3年度（2021年度）は令和2年度（2020年度）のパイロット調査から得られた知見をもとに、全国5か所の事業所にて本調査を行った。尚、前年度と同様、新型コロナウイルス感染症流行状況下であったため、感染防止対策を徹底した上で調査を実施した。

【研究方法】

作業環境測定、個人サンプラーを用いた測定およびマスクフィットテスト（溶接作業従事者を対象）、質問票調査、呼吸機能検査、神経学的検査、生体試料（血液・尿）採取を一連の調査として行った。令和2年度のパイロット調査の結果をもとに溶接ヒューム作業従事者の生体試料の採取は木曜日または金曜日の午後/終業後に行った。また血清中の炎症に関係するサイトカイン・ケモカインの測定を行った。

【結果】

●作業環境測定、個人サンプラー、マスクフィット、質問票調査、呼吸機能検査、神経学的検査

事業所①（電気工事業等）：（溶接作業従事者 6名、コントロール 6名）

- ・作業環境測定（粉じん）：第1管理区分
- ・個人ばく露濃度測定：吸入性粉じん（8時間加重平均濃度）6名とも $1\text{mg}/\text{m}^3$ （日本産業衛生学会の（第2種粉じん：酸化鉄）許容濃度）以下、吸入性マンガン（時間加重平均濃度）は6名のうち1名が $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ （溶接ヒュームの気中濃度の基準値）を超え、吸入性マンガン（8時間加重平均濃度）は6名のうち1名が $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ （ACGIHのTLV-TWA（ばく露限界値））を超えていた。
- ・マスクフィットテスト：1回目 PASS 17%
- ・健康影響に関する調査：溶接作業従事者群とコントロール群の間で疲労の蓄積点数および各種神経学的検査では溶接作業従事者群とコントロール群の間で結果に有意差は認めなかった。

事業所②（建築工事業等）：（溶接作業従事者 15名、コントロール 17名）

- ・作業環境測定（粉じん）：第1管理区分
- ・個人ばく露濃度測定結果：吸入性粉じん（8時間加重平均濃度）7名が $1\text{mg}/\text{m}^3$ を超えていた。吸入性マンガン（時間加重平均濃度）、15名のうち12名は $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 以上であった。吸入性マンガン（8時間加重平均濃度）は15名のうち13名は $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ を超えていた。
- ・マスクフィットテスト：1回目 PASS 56%

・健康影響に関する調査：溶接作業従事者群の方がコントロール群と比較して疲労の蓄積点数が高かった ($p=0.026$)。溶接作業従事者の方がコントロール群と比較してタッピング回数が低く ($p=0.010$)、WAIS のワーキングメモリー値が低かった ($p=0.017$)。

事業所③（建設機械関連等）：（溶接作業従事者 16 名，コントロール 16 名）

・作業環境測定（粉じん）：第 2 管理区分

・個人ばく露濃度測定結果：吸入性粉じん（8 時間加重平均濃度）は実施者 16 名のうち 6 名が $1\text{mg}/\text{m}^3$ を超えていた。吸入性マンガン（時間加重平均濃度）は、実施者 16 名のうち 14 名は $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 以上であった。吸入性マンガン（8 時間加重平均濃度）は 16 名のうち 15 名は $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ を超えていた。

・マスクフィットテスト：1 回目 PASS 50%

・健康影響に関する調査：溶接作業従事者の方がコントロール群と比較して WAIS のワーキングメモリー値が低かった ($p=0.031$)。

事業所④（建築用鉄骨加工等）：（溶接作業従事者 16 名，コントロール 16 名）

・作業環境測定（粉じん）：第 1 管理区分

・個人ばく露濃度測定結果：吸入性粉じん（8 時間加重平均濃度）は 16 名のうち 5 名が $1\text{mg}/\text{m}^3$ を超えていた。吸入性マンガン（時間加重平均濃度）は 16 名のうち 10 名は $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 以上であった。吸入性マンガン（8 時間加重平均濃度）は 16 名のうち 11 名は $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ を超えていた。

・マスクフィットテスト：1 回目 PASS 50%

・健康影響に関する調査：健康影響に関する調査：溶接作業従事者群とコントロール群の間で疲労の蓄積点数および各種神経学的検査では溶接作業従事者群とコントロール群の間で結果に有意差は認めなかった。

*事業所⑤に関しては現時点の検査結果一式の返却は R4 年度に行われるため次年度に報告する。

●生体試料中金属濃度の結果

各金属濃度の基準値を用いて解析

尿中：溶接作業従事者群において、尿中の Cd および Mn 濃度が高い者が分布していた。

血中：統計的有意差はないものの、血中 Mn と Pb においても溶接作業従事者群で値が高い傾向が認められた。

各金属濃度を測定値を用いて解析

尿中：ヒュームばく露群で、Cd, Mn と Cr の値が有意に高かった。

血中：ヒュームばく露群で、Mn と Pb の値が有意に高かった。

●ヒト血清中炎症性サイトカイン・ケモカイン量測定

3 か所の事業所（事業所①, ③, ④）を検討した結果、事業所①では溶接作業従事者群においてコントロール群と比較して複数のサイトカイン、ケモカインの発現の変化が認められた。

【研究成果および結論】

事業所ごとに粉じんおよびマンガン濃度が異なり、それぞれの事業所における作業および作業環境を十分に考慮した上で、溶接ヒュームばく露による生体試料中の金属濃度や炎症のマーカーとの関連や健康影響を検討する必要があると考えられる。

【今後の展望】

溶接作業従事者群・コントロール群の人数を可能な限り増加し、交絡因子となりうる生活習慣、環境因子などに留意したうえでそれぞれの結果を総合的に解析する予定である。