

**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2年度

### 【研究目的】

職場における化学物質のリスクを評価する場合、有害性とばく露の評価が必要とされる。溶接ヒュームの化学組成は多数の元素を含んでおり、各化学物質の労働ばく露限界値(OEL: Occupational Exposure Limit)は定められているが、その組成は溶接方法や溶接材料によって異なる。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、その他様々な物質が含まれている。2017年に、国際がん研究機構(IARC)が溶接ヒュームをグループ1(ヒトに対する発がん性)に分類した。溶接ヒュームに含まれる物質には発がん性、間質性肺炎や喘息といった炎症性の呼吸器疾患、神経障害の原因となることが知られているが、我が国において労働者の生体試料を評価した実験的疫学研究は行われていない。

本研究の目的は、(1) 溶接ヒュームばく露の健康影響(特に発がん性、炎症性呼吸器疾患、神経系症状)、(2) 溶接ヒューム濃度(事業所、個人:ヒューム中の化学物質組成分析含む)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、をそれぞれ明らかにすることである。さらに、生物学的モニタリングに利用可能なバイオマーカーの探索することも併せて目指す。

### 【研究方法】

令和2年度(2020年)は、採取タイミングを検討することを目的としてパイロット調査を行った。

#### ①パイロット調査

事業所A(自動車製造業)の10名を対象(溶接作業従事者3名:A-H1~3、コントロール7名:A-C1~7)、事業所B(建築・鉄鋼構造物工事業)の10名を対象(溶接作業従事者5名:B-H1~5、コントロール5名:B-C1~5)に、質問票調査、呼吸機能検査、神経学的検査、溶接ヒュームの濃度測定を行った。生体試料(尿・血液)採取に関しては、事業所Aでは4回(週初め日の始業前・就業後、週終わり日前日の終業後、週終わり日の始業前)、事業所B(建築・鉄鋼構造物工事業)では2回(1日の始業前・終業後)実施した。溶接ヒューム濃度測定については、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)を行った。

#### ②溶接作業従事者の健康影響に関する統計学的な検討:対照群との比較

コントロール群との比較し、溶接作業従事者群の健康影響に関する予備的検討を行った。

#### ③ヒト血清中酸化ストレス評価法と炎症性分子網羅的定量法の検討

血清中8-ヒドロキシ-2-デオキシグアノシン(8-OHdG)の定量、フローサイトメーターを用いた血清中炎症性分子の網羅的解析により血清中の酸化ストレスと炎症反応を測定した。

### 【研究結果】

#### ①パイロット調査

<A事業所>

作業環境測定(粉じん)結果は、A測定の第1評価値 $0.71\text{mg}/\text{m}^3$ 、第2評価値 $0.26\text{mg}/\text{m}^3$ 、

B測定 0.31mg/m<sup>3</sup>となり、管理濃度 3mg/m<sup>3</sup>（遊離けい酸含有率：Q=0%）とした管理区分は第1区分に相当した。マスクフィットテストにおいて現行の JIS T8150（2006）に定める方法で防護係数を求めた結果、溶接作業従事者3名の防護係数はPF=9.8, 12.8, 14.3であり、JISに示される指定防護係数3~10を満たす結果となった。個人ばく露濃度測定結果、吸入性粉じん(mg/m<sup>3</sup>)は、A-H1;2.17, A-H2;1.57, A-H3;0.85 であり、吸入性粉じんを第2種粉塵として評価したため許容濃度は 1mg/m<sup>3</sup>となり、3名中2名の作業者は許容濃度を超えていた。マンガンの管理濃度は0.05（レスピラブル粒子）と粒子径について規定しているので、今回の調査では0.05mg/m<sup>3</sup>を評価の基準として評価した。2名は午後の方が午前中より濃度が高く、ほとんどの測定値が午前も午後も基準を超えていた。生体試料中の濃度は、血液中のマンガン、クロム、ニッケルは、就業後に高値を示す傾向があり、特にクロム、ニッケルは週の就業4日目の就業後に高値を示した。尿中の濃度はマンガン、クロムでは検出限界値以下であった。ニッケルは就業4日の就業後に高値を示した。

<事業所B>

作業環境測定結果（粉じん）結果は、A測定の第1評価値 7.60 mg/m<sup>3</sup>、第2評価値 2.45 mg/m<sup>3</sup>、B測定を実施していないためA測定のみでの評価ではあるが、管理濃度を 3 mg/m<sup>3</sup>（遊離けい酸含有率：Q = 0 %）とした管理区分は、第二管理区分に相当した。マスクフィットテストの対象5名の結果は、防護係数 22.9~69.4（B-H1;69.4, B-H2;27.2, B-H3 39.9, B-H4;30.9, B-H5;22.9）となり、JIS T8150（2006）に示されているRL2の指定防護係数10を満たす結果となった。生体試料中の濃度は、コントロール5名では始業前の血中ニッケル、血液及び尿中カドミウム、始業前後の尿中マンガン濃度は全員検出限界値以下であった。一方で、溶接作業従事者5名では全員が検出限界値以下の項目は認めなかった。

#### ②溶接作業従事者の健康影響に関する統計学的な検討：対照群との比較

血液・尿中の金属測定結果では“1日目午前測定値（その週の作業開始前）”との差を調べた結果、血中Ni値において、1日目の午前と4日目午後の測定値の差を比較したところ、コントロール群と比較して溶接作業従事者群で有意に差が大きかった（4日目午後の測定値が高い）。

#### ③ヒト血清中酸化ストレス評価法と炎症性分子網羅的定量法の検討

事業所Aの対象者の血清中8-OHdG濃度の時間変化を比較したところ、コントロール群と溶接作業従事者群に有意な差は得られなかった。コントロール群3名、溶接作業従事者群3名の血清中炎症性分子濃度の経時変化からは、1日目曝露前と比較して、曝露後に血清中炎症性分子の濃度が上昇する傾向が得られたが、コントロール群においても日を追って炎症性分子の濃度上昇が認められた。

### 【研究成果および結論】

本調査における生体試料採取のタイミングは、終業時（可能な限り週の終わりである木曜または金曜日）と決定した。

### 【今後の展望】

対象人数を増やした上での再検討、また、各調査項目の経時的変化の確認等が必要である。コントロール群を適切に設定し、交絡因子となりうる疾患や生活習慣、環境因子などに留意し引き続き検討を行う方針である。