



子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）

くさい帯血中カドミウム濃度と子どもの性比との関連について

(Impact of cord blood cadmium concentration on neonatal secondary sex ratio: The Japan Environment and Children's Study)

令和 7 年 4 月 22 日

エコチル調査福島ユニットセンター

小元 敬大

エコチル調査福島ユニットセンター

センター長 橋本 浩一

福島ユニットセンター（福島県立医科大学）の小元敬大らの研究チームは、エコチル調査の 4,296 人のデータからさい帯血中カドミウム濃度と子どもの性比の関連について解析しました。その結果、さい帯血中カドミウム濃度に応じて全体を 5 等分した中でさい帯血中カドミウム濃度が最も高いグループでは最も低いグループと比較して男児の出生数が少ないことがわかりました。この結果により、カドミウムの胎児毒性の男女差について新たな知見をもたらすと期待されます。

なお、今回の調査ではさい帯血中カドミウム濃度を測定しているのは生存児（死産を含まない）のみであり、カドミウムばく露で男児の死産が増加して性比が変化したかどうかを明らかにできないことや、父親側の要因を考慮していないといった限界があります。そのためカドミウムの胎児毒性の男女差を明らかにするためには更なる研究が必要です。

本研究の成果は、令和 7（2025）年 3 月 5 日付けで、Elsevier から発行される環境科学分野で国際的に評価の高い学術誌『Science of The Total Environment』に掲載されました。

※本研究の内容は、すべて著者の意見であり、環境省及び国立環境研究所の見解ではありません。

1. 発表のポイント

- 分娩時に採取したさい帯血の検体からカドミウム濃度を測定した。
- さい帯血中カドミウム濃度と子どもの性比の関連を解析した。
- カドミウム濃度が最も高い群では、最も低い群と比べて男児の出生数が少なかった。
- 過去に流産を経験した母親のグループでは、カドミウム濃度が高いほど男児の出生数が少ない傾向がみられた。
- カドミウムばく露による胎児毒性は男女差がある可能性が示唆された。



2. 研究の背景

子どもの健康と環境に関する全国調査（以下、「エコチル調査」）は、胎児期から小児期にかけての化学物質ばく露が子どもの健康に与える影響を明らかにするために、平成 22（2010）年度から全国で約 10 万組の親子を対象として環境省が開始した、大規模かつ長期にわたる出生コホート調査です。さい帯血、血液、尿、母乳、乳歯等の生体試料を採取し保存・分析するとともに、追跡調査を行い、子どもの健康と化学物質等の環境要因との関連性を明らかにしています。

エコチル調査は、国立環境研究所に研究の中心機関としてコアセンターを、国立成育医療研究センターに医学的支援のためのメディカルサポートセンターを、また、日本の各地域で調査を行うために公募で選定された 15 の大学等に地域の調査の拠点となるユニットセンターを設置し、環境省と共に各関係機関が協働して実施しています。

出生時点の子どもの男女比を二次性比といい、通常は女兒 100 出生あたりの男児の出生数で表現されます。二次性比は 103-106 と男児が若干多いですが、全世界的に長期間の経過で低下傾向、すなわち男児の出生率が減少傾向にあります。その一因として近代化による様々な環境要因が関連している可能性が示唆されています。関連が示唆されている環境物質として重金属があり、本研究ではそのなかでカドミウムに着目しました。カドミウムは食事や喫煙を通じて人体に長期間にわたって蓄積され、カドミウムへの大量ばく露は悪性腫瘍や腎障害、骨疾患などのリスクと関連しています。過去には鉱山から流出したカドミウムによる健康被害が起こり、イタイイタイ病として知られています。エコチル調査においては、カドミウムばく露と子どもの出生体重や神経発達などとの関連が報告されています。これらの知見から、カドミウムは子どもに対しての有害性が示唆されている物質です。

カドミウムと子どもの性比の関連についてはいくつかの報告があるものの、詳しいことはわかっていません。母体血中のカドミウム濃度と子どもの性比は関連しないという報告も散見されます。しかし、子どもへのばく露をより反映するさい帯血中のカドミウム濃度と子どもの性比の関連を検討した研究はありませんでした。そこで、今回の研究ではさい帯血中カドミウム濃度と子どもの性比の関連について解析を行いました。ただし、本研究は出生時点でのカドミウムばく露と性比の関連を検討するものであり、カドミウムが直接的に子どもの性別を決定する要因かどうかを検討するものではありません。

3. 研究内容と成果

本研究では詳細調査として分娩時にさい帯血中重金属の濃度を測定された子どもと母親を対象とし、4,296 組について解析を行いました。さい帯血中カドミウム濃度を五分位^{*1}で 5 つのグループに分類し、カドミウム濃度に応じた男児の出生率を比較しました。副次的な評価として 1 回以上の流産歴の有無、2 回以上の流産歴の有無についても解析し、さらに流産歴の有無によるそれぞれのグループにおいてカドミウム濃度に応じた男児の出生率を比較しました。解析時に、妊婦の年齢や体格、出産経験の有無、喫煙や飲酒の有無、高度な不妊治療の有無、学歴や収入、婚姻の有無といった社会背景、妊娠前の各種栄養摂取量、妊娠に伴う合併症の有無などの背景因子を考慮し、ロジスティック回帰分析^{*2}により調整オッズ比^{*3}を算出しました。

解析対象全体におけるさい帯血中カドミウム濃度の中央値は 0.0418 ng/g で、さい帯血中カドミウム濃度が最も高いグループにおける中央値は 0.0680 ng/g でした。さい帯血中カドミウム濃



度を測定した研究はいくつかあるものの、確立された基準値はありません。今回の研究におけるさい帯血中カドミウム濃度は、海外での先行研究と比較して低値でした。解析対象の子ども 4,296 人のうち、男児は 2,178 人 (50.7%)、女児は 2,118 人 (49.3%)、二次性比は 102.8 でした。さい帯血中カドミウム濃度に応じた 5 つのグループにおける二次性比は、最も低い値のグループから順に、111.9、109.1、98.0、101.9、94.4 でした。解析の結果、さい帯血中カドミウム濃度が最も低いグループと比較して、さい帯血中カドミウム濃度が最も高いグループでは男児の出生数が少ないことがわかり、男児出生の調整オッズ比^{※3}は 0.81 (95%信頼区間^{※4}0.67-0.99) でした。さい帯血中カドミウム濃度が高いグループにおいて男児に特異的な流産が増加した可能性を考慮して、副次的な評価として過去の 1 回以上の流産歴、2 回以上の流産歴の有無についても解析しましたが、統計学的に明らかな差を示すものではありませんでした。流産歴の有無によるサブグループ解析^{※5}では、流産歴がないグループにおいてはさい帯血中カドミウム濃度と男児の出生数に関連はありませんでした。一方で、1 回以上の流産歴があるグループにおいては、さい帯血中カドミウム濃度が高いほど統計的に有意に男児の出生数が少ない傾向を認め、さい帯血中カドミウム濃度が最も高いグループにおける男児出生の調整オッズ比^{※3}は 0.54 (95%信頼区間^{※4}0.35-0.86) でした。

本研究の意義は、カドミウムばく露が胎児に与える影響に性差がある可能性を示唆した点にあります。先行研究では、胎児の性別によりカドミウムばく露の影響が異なることが報告されており、男児では細胞死関連遺伝子が、女児では臓器発達や骨形成に関連する遺伝子が増加することが明らかにされています。本研究の結果もこうしたメカニズムが関与している可能性があり、カドミウムにばく露されたことによる男児の流産や死産の増加が、男児出生数の減少に影響している可能性が示唆されます。ただし、本研究で観察されたさい帯血中カドミウム濃度は海外での報告と比較すると低く、本研究単独で男児の流産や死産の増加を断定することはできません。また、流産歴のある女性では、カドミウム毒性に対する感受性が異なる可能性が示唆されます。ただし、流産には父親の要因も関与するため、本研究では母体側の要因のみを評価している点に留意が必要です。

4. 今後の展開

本研究では、さい帯血中カドミウム濃度が最も低いグループと比較して、さい帯血中カドミウム濃度が最も高いグループでは男児の出生数が少ないことがわかりました。本研究の限界として、さい帯血中カドミウムは生存児（死産を含まない）のみで測定されているため男児の死産が増加したかどうかを検討できないことが挙げられます。これについては流産や死産した胎児の性別を含めて検討する必要があります。また、本研究では父親側の要因を考慮しておらず、今後さらなる検討が期待されます。

5. 用語解説

※1 五分位

データの値を小さいほうから順番に並べたとき、5 等分する位置の値を五分位といいます。

※2 ロジスティック回帰分析

複数の要因が関連する場合に特定の事象がおこる確率を検討するための統計手法です。



※3 調整オッズ比

ある要因が特定の結果に与える影響の度合いを、他の要因の影響を考慮して数値化したものです。

※4 95%信頼区間

調整オッズ比がどの範囲に収まっている可能性が高いのかを示す数値で、調整オッズ比がどのくらい正確なのかを表す目安となります。

例えば、調整オッズ比が 0.74 で 95%信頼区間が 0.58-0.96 の場合、真の調整オッズ比は 95%の確率で 0.58-0.96 の範囲にあると考えられます。

※5 サブグループ解析

全体集団を特定の属性で分けたうえで、それぞれのグループ（サブグループ）における解析のことをいいます。

6. 発表論文

題名（英語）：Impact of cord blood cadmium concentration on neonatal secondary sex ratio: The Japan Environment and Children's Study

著者名（英語）：Takahiro Omoto^{1,2}, Hyo Kyojuka^{1,2}, Tsuyoshi Murata^{1,2}, Toma Fukuda^{1,2}, Hirotaka Isogami^{1,2}, Chihiro Okoshi^{1,2}, Shun Yasuda^{1,2}, Akiko Yamaguchi^{1,2}, Akiko Sato¹, Yuka Ogata¹, Keiko Kanno¹, Yuichi Nagasaka¹, Hayato Go^{1,3}, Mitsuaki Hosoya^{1,4}, Seiji Yasumura^{1,5}, Koichi Hashimoto^{1,3}, Hidekazu Nishigori^{1,6}, Keiya Fujimori^{1,2}, and the Japan Environment and Children's Study Group⁷

¹ 福島県立医科大学 エコチル調査福島ユニットセンター

² 福島県立医科大学医学部 産科婦人科学講座

³ 福島県立医科大学医学部 小児科学講座

⁴ 福島県立医科大学医学部 周産期・小児地域医療支援講座

⁵ 福島県立医科大学医学部 放射線医学県民健康管理センター

⁶ 福島県立医科大学医学部 ふくしま子ども・女性医療支援センター

⁷ グループ：エコチル調査運営委員長（研究代表者）、コアセンター長、メディカルサポートセンター代表、各ユニットセンターから構成

<著者は日本語で>小元敬大、経塚標、村田強志、福田冬馬、磯上弘貴、大越千弘、安田俊、山口明子、佐藤晶子、尾形優香、菅野恵子、長坂雄一、郷勇人、細矢光亮、安村誠司、橋本浩一、西郡秀和、藤森敬也

掲載誌：Science of The Total Environment

DOI：10.1016/j.scitotenv.2025.179011



子どもの健康と環境に関する全国調査

エコチル調査



公立大学法人

福島県立医科大学

〒960-1295

福島県福島市光が丘 1 番地

TEL:024-547-1111 (代表)

7. 問合せ先

<研究に関すること>

公立大学法人福島県立医科大学 医療研究推進課 課長 渡邊 卓

電話 024-547-1795

<取材に関すること>

公立大学法人福島県立医科大学 広報コミュニケーション室

担当 持田・佐久間 電話 024-547-1016

メール pr-str@fmu.ac.jp