

200401121 A

厚生労働科学研究補助金
食品の安全性高度化推進研究事業

カドミウムを含む食品の安全性に関する研究

平成16年度 研究報告書

課題番号 (H16-食品-004)

主任研究者 香山 不二雄

平成17年3月

目次

I. 全体の要旨	1
II. 分担研究報告	
1. 低濃度から中濃度カドミウム汚染地域における農家女性健康影響調査	5
香山 不二雄	
2. モンテカルロ・シミュレーションによる日本人のカドミウム曝露量推計	19
中井 里史	
3. 尿中各種金属濃度と尿細管機能指標の関連に関する研究	44
池田 正之	

厚生労働科学研究補助金（食品の安全性高度化推進研究事業）

カドミウムを含む食品の安全性に関する研究

平成16年度 研究報告書

今年度の要旨

1. 低濃度から中濃度カドミウム汚染地域における農家女性健康影響調査

主任研究者 香山不二雄

厚生科学研究費「カドミウム生涯摂取による一般住民における腎機能障害と骨粗鬆症の関連の全国調査（平成13年-平成15年、研究代表者 櫻井治彦）」において、九州から東北地方まで、全国8カ所の米中のカドミウム（Cd）濃度が異なる地域の農家中年女性の健康影響調査をおこなってきた。平成16年度からは、「カドミウムを含む食品の安全性に関わる研究（研究代表者 香山不二雄）」で引き続き調査を継続している。カドミウムの健康影響調査の調査地域の中で、最も Cd 曝露が高かった地域 F で、新たに198名の追加調査を行った。この集団は FAO/WHO JECFA のカドミウム (Cd) の暫定耐容週間摂取量 Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) を越える Cd 曝露を受けている被験者が半数近く含まれる集団で、腎機能障害、骨粗鬆症などの健康影響を調査し、より正確な摂取許容量算定に有用なデータを得ることを目的とした。平成15年度の地域 F では農家女性 224 名が検診に参加した。検診参加者が持参した平成15年産米中の Cd 濃度の分布は、1.0 $\mu\text{g/g}$ 以上は 0%、0.4 $\mu\text{g/g}$ 以上 1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満は 9%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 以上 0.4 $\mu\text{g/g}$ 未満は 32%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 未満は 59%であった。今年度（平成16年度）の地域 F での受診者数は 198 名で、受診者各自の検診時に食べていた白米中の Cd 濃度の平均は、0.114 $\mu\text{g/g}$ であり、その分布は 1.0 $\mu\text{g/g}$ 以上は 0%、0.4 $\mu\text{g/g}$ 以上 1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満は 1.5%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 以上 0.4 $\mu\text{g/g}$ 未満は 13.6%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 未満は 84.8%であった。同じ地域 F ではあるが、被験者の 16 年度産米中の Cd 濃度は低いことが明らかとなった。

血中 Cd 濃度は、地域 E および地域 F の比較では、全年齢でそれぞれ 3.61 $\mu\text{g/dl}$ 、4.13、40 歳代で 3.45 と 3.42、50 歳代で 3.43 と 3.75、60 歳代で 3.93 と 4.49 であった。50 歳代まではあまり差は見られないが、60 歳代になると地域 F が高かった。地域 E および地域 F の比較では、尿中 Cd 濃度は、全年齢でそれぞれ 4.08 $\mu\text{g/g cre}$ と 6.37 $\mu\text{g/g cre}$ 、40 歳代で 3.59 と 4.35、50 歳代で 4.01 と 6.11、60 歳代で 4.50 と 7.65 であった。尿中 Cd は過去の曝露を表していることから、地域 F は地域 E より、曝露が長年にわたって高かったことが推定される。鉱山での就業者や喫煙者な

ど食事以外からの Cd 暴露が推定できる被験者を除き解析した結果、年齢階層別に対照群の地域 A と比較して、地域 F でも差はみられなかった。また、個人レベルでの検討でも、食品中カドミウム曝露による腎機能低下と断言できる個人は見つからなかった。

この集団での健康影響を詳細に調べることは、食品からの Cd 摂取により現在国内で健康影響が起きているかを調査することが出来る。さらに、今年度と昨年度との調査人数を合わせて地域 F で 422 名となり、隣接する地域 E と合計すると 960 名の集団となる。8 地域の合計で 2,000 名弱となり、コホートとして追跡調査するには適切な母集団となると考えられる。これまでの断面的調査により、食品からの Cd 摂取による健康への悪影響の根拠は見出だせなかった。今後長期この 1,000 名の比較的高い Cd 曝露の集団を追跡調査することにより、日本国内で食品から摂取される Cd により健康影響が将来起こるのかどうかを明らかにすることができると考えられる。

さらに、これらの調査研究は、Cd の PTWI を超える Cd 経口曝露を受けている集団の精密評価のためには不可欠である。今後、中程度の Cd 曝露の可能性のある集団に対する健康指導などに不可欠な情報を供給するためにも、この研究を続ける必要がある。

2. モンテカルロ・シミュレーションによる日本人のカドミウム曝露量推計

分担研究者 中井 里史

平成 15 年度に実施された日本人のカドミウム曝露量推計の方法に基づき、新たにコーデックス委員会から要請されたシナリオに基づく曝露量推計シミュレーションを行った。また、カドミウム曝露量が高いと推測される一地域で実施されたトータルダイエット研究のデータを使用して、我が国で曝露量が高いと思われる地域での曝露量推計を行った。コーデックス基準値原案から米の基準値を変化させた場合の結果を、コーデックス基準値原案による結果と比較したところ、分布の違いはわずかであった。また地域データにシミュレーションを適用した結果については、年齢階級別に実施したシミュレーションにおいては実測データとは若干の違いが認められていたものの、平均値ベースで考える限り、全般的には個別データに基づく集計と大きな違いは認められなかった。今後はシナリオの選定、およびシミュレーションを実施する元となるデータに対する検討もおこないながら、さらなる検討を行う必要がある。

3. 尿中各種金属濃度と尿細管機能障害指標の関連に関する研究

分担研究者 池田正之

カドミウム以外の尿中各種金属濃度が α_1 -MG、 β_2 -MGに及ぼす影響について検討した。この目的で既存の尿中Cd、Mg、Ca、Znデータに加えて今回新たにMn、Ni、Co、Cuの分析を行った。当初Vaを加えた5元素についての600検体分析を計画していたが、Vaの分析感度が十分でないため4元素750例分析に変更した。

推計学的解析によれば α_1 -MG、 β_2 -MGの値は尿中CdのみならずCuによっても有意に上昇し、上昇の程度はCdよりもCuの方がより顕著であった。Co濃度の上昇は α_1 -MG、 β_2 -MGレベルに全く影響を与えなかった。MnとNiの影響はCuとCoの中間の程度であった。

全750例を金属濃度に従って最小値から最大値に4等分(187~188例/群)し、 α_1 -MG、 β_2 -MG高値例の発現頻度を比較したところ、Cu濃度の上昇に伴い α_1 -MG高値例の頻度は明らかに上昇し、その強度はCdによる上昇よりも一層顕著であった。 β_2 -MGの場合、1000 μ g/g cr以上の高値例では例数が少ないために明らかなでなかったが、400 μ g/g crをカットオフ値とした場合にはCuによる顕著な増加が確認された。

これらの所見は α_1 -MG、 β_2 -MGがCu濃度の上昇に伴って増加してその影響はCdよりも一層顕著であることを示している。 α_1 -MGおよび β_2 -MG上昇が直ちにCdによる腎尿細管障害の発生を意味しないことを示す点で極めて意義の大きい所見を考える。

所見を一層確実なものとするため、来年度にも研究を継続して、少なくとも1000例の分析を行い、推計学的にダブルチェックの可能なレベルにまで例数を増加させる必要があると考えられる。

今年度の研究から示される現時点での結論

1. 日本国内で現時点でのカドミウムの経口摂取量が最も高いと思われる集団、すなわち、自家保有米をこれまでの人生で同様に食べてきた農家女性の腎機能障害、および骨密度の低下などの健康影響は、現時点では見られないと考えられるが、コホートとして長期にわたって調査する必要がある。
2. コーデックス基準値原案から米の基準値を変化させた場合の結果を、コーデックス基準値原案による結果と比較したところ、分布の違いはわずかであった。カドミウム曝露量の高い地域Eおよび地域Fのデータにモンテカルロ・シミュレーションを適用した結果については、年齢階級別に実施したシミュレーションにおいては

実測データとは若干の違いが認められていたものの、平均値ベースで考える限り、全般的には個別データに基づく集計と大きな違いは認められなかった。

3. 推計学的解析によれば $\alpha 1$ -MG、 $\beta 2$ -MGの値は尿中CdのみならずCuによっても有意に上昇し、上昇の程度はCdよりもCuの方がより顕著であった。Co濃度の上昇は $\alpha 1$ -MG、 $\beta 2$ -MGレベルに全く影響を与えなかった。MnとNiの影響はCuとCoの中間の程度であった。 $\alpha 1$ -MG、 $\beta 2$ -MGがCu濃度の上昇に伴って増加してその影響はCdよりも一層顕著であることを示している。 $\alpha 1$ -MGおよび $\beta 2$ -MG上昇が直ちにCdによる腎尿細管障害の発生を意味しないことを示す点で極めて意義の大きい所見を考える。

題目：低濃度から中濃度カドミウム汚染地域における農家女性健康影響調査

研究者名；自治医科大学 地域医療学センター 環境医学部門

主任教授 香山不二雄

研究協力者

堀口兵剛、宇野秀之、小熊悦子、池田陽子、宮本佳代子、町田宗仁（自治医科大学）

佐々木敏（国立がんセンター研究所支所）

調査事業の概要

研究目的

平成13年より始めた全国8カ所の農家女性の健康調査で、カドミウムの汚染が高い地域での曝露の精密な調査が必要である。カドミウム（Cd）汚染地域で行ったトータルダイエツトスタディで得られた結果を基に、Codex Committee on Food Additives and contaminants (CCFAC)がFAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA)に対して要請しているCd摂取の確率論的曝露評価を行う。また、これまでの農業従事者の健康影響調査で、最もCd曝露が高かった地域で、200名の追加調査を行う。この集団はProvisional Tolerable Weekly Intake (PTWI)を越えるCd曝露を受けている被験者が半数近く含まれる集団で、腎機能障害、骨粗鬆症などの健康影響を調査し、より正確な摂取許容量算定に有用なデータを得ることを目的とする。

研究方法

● 調査対象地域の選定

調査地域の選定は、農林水産省農産園芸課が1971年から4年間実施した重金属類概況調査結果および、食糧庁が1997年、1998年に実施した米中カドミウム実態調査結果を参考にして、米中Cd濃度の分布が明らかな地域の中から、鉱山や金属精錬工場のこの30年間操業がない地域で、かつ大規模な土壌改良工事が行われていない地域で、低濃度から中程度のCd濃度の玄米が見つかる地域4カ所と、対照地域として非汚染地域（地域A）とを選んだ。さらに、富山県婦中町と富山県氷見市を調査地域として、JA女性部の協力を得て、栄養および環境汚染物質と骨粗鬆症などの健康影響との関係を調査してきた。30歳以上の女性における栄養および生活習慣を調査し、腎機能障害、骨粗鬆症などについて検討した後に、それらの総合評価を作成し、それに基づいて生活指導、栄養指導を行った。

これまでの全国8カ所の調査地域の中で、最もCd曝露が高い地域Fにて、約

200名の農家女性の腎機能および骨密度などを主体に、健康影響調査を行った。

● 栄養調査 佐々木ら (Sasaki et al. 1998, Sasaki et al. 2000a, Sasaki et al. 2000b) により開発され検証された自記式質問票による栄養調査、過去1ヶ月の食事について代表的食品147品目の摂取量と摂取頻度に関する質問で構成されている。米に関しては、日頃使用するお茶碗の大きさを聞き、三食でそれを用いてご飯を何杯食べるかを聞いた。説明会で記入方法を説明の上、自宅で記入して貰った。記入に要する時間は一般的に40~60分間である。検診当日、栄養士が記載状況、内容を本人に確認の上、質問票を回収した。

● 各自持参の米の収集、

Cd濃度測定のために少量(約20g)の白米を検診当日に、検診参加者全員から収集した。

● Cd摂取量の算定、

各自の米からのCd摂取量は、各被験者の持参した白米中Cd濃度を自記式栄養質問票から得られた各自の白米摂取量に乗ずることで求めた。因みに、白米摂取量は、栄養質問票から得られた米飯1日摂取量を重量増加率(2.1、食品成分表より)で割算して求めた。

● 質問票による生活習慣調査、運動量、運動習慣を記入して貰い、検診当日に栄養士および保健婦による確認をした後に、質問票を回収した。

● 身体計測、身長、体重、握力(骨密度測定を行う非利き手の握力)

骨密度計測(DEXA法、非利き手の橈骨尺骨遠位側)を行った。

● 血液・尿検査項目

血中Cd、p,p'-DDE、hexachlorbenzen、尿中Cd

貧血指標 血算、血清鉄、フェリチン

糖尿病指標 空腹時血糖、ヘモグロビンA1c

肝機能指標 GOT、GPT、 γ GTP

脂質 総コレステロール、HDL-コレステロール、トリグリセリド

腎機能 血中 β 2-ミクログロブリン、尿中 β 2-ミクログロブリン、尿中 α 1-ミクログロブリン、尿中クレアチニン

骨代謝指標 血中カルシウム、リン、オステオカルシン、骨型ALP、尿中NTX、尿

中デオキシピリジノリン

性腺刺激ホルモン LH

骨代謝に影響を与える要因 イソフラボン類（ダイゼイン、ゲネスチン、イクイオール）

●Cd の測定法

血液および米の試料には硝酸添加の後にマクロ波加熱装置 (MDS-200, CEM) で行い、HP4500 series ICP-MS (Yokokawa Analytical Systems) で定量した。尿は硝酸を加え 24 時間放置後に、フレイムレス原子吸光分析計 SIMAA 6000 (Perkin Elmer) にて Cd の定量を行った。全てのサンプルには、インジウムおよびタリウムを内部標準として加えて、測定を行った。精度管理は、精度管理用サンプルを用いて変動をコントロールし、部分的に ICP-MS と原子吸光分析の両方法を用いて確認を行った。

●統計解析

尿中 Cd、蛋白質の濃度は、尿中クレアチニンで補正した。尿中、血中、米中 Cd 濃度、尿中低分子蛋白濃度の代表値として、算術平均値、幾何平均値、中央値の 3 つを併記した。5 地域間の Cd 濃度、尿中低分子蛋白の比較は、one-way ANOVA を用い、さらに地域 A との比較は、Bonferroni の多重比較を用いた。また、各地域間での米中 Cd 濃度と腎機能異常の比率の差の比較には、カイ二乗検定を行った。また年齢、尿中 Cd、血中 Cd、米中 Cd、尿低分子蛋白の関係については、ピアソンの相関係数を求めた後に、尿蛋白に影響を及ぼす因子を決定するために重回帰分析を行った。この解析の過程では、年齢を除いてすべて対数変換した値を用いて解析した。

研究結果

平成 15 年度の地域 F では農家女性 224 名が検診に参加した。検診参加者が持参した平成 15 年産米中の Cd 濃度の分布は、1.0 $\mu\text{g/g}$ 以上は 0%、0.4 $\mu\text{g/g}$ 以上 1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満は 9%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 以上 0.4 $\mu\text{g/g}$ 未満は 32%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 未満は 59%であった。今年度の地域 F での受診者数は 198 名で、受診者各自の検診時に食べていた白米中の Cd 濃度の平均は、0.114 $\mu\text{g/g}$ であり、その分布は 1.0 $\mu\text{g/g}$ 以上は 0%、0.4 $\mu\text{g/g}$ 以上 1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満は 1.5%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 以上 0.4 $\mu\text{g/g}$ 未満は 13.6%、0.2 $\mu\text{g/g}$ 未満は 84.8%であった。同じ地域ではあるが 16 年度産米中の Cd 濃度は低いことが明らかとなった。

この集団での健康影響を詳細に調べることは、現在国内で食品からの Cd 摂取に

より健康影響が有るかどうか明らかにすることが出来る。さらに、今年度の調査で、昨年度の調査人数と合わせて地域 F で 422 名となり、隣接する地域 E と合計すると 960 名の集団となり、コホートとして追跡調査するには適切な母集団となると考えられる。これまで我々の断面的調査により、Cd 摂取による健康影響が出ている根拠は見だせなかった。今後長期にわたり、この 960 名の比較的高い曝露を受けている集団を追跡調査することにより、日本国内で食品から摂取される Cd により健康影響が起こっているかどうかを明らかにすることができるかと推定できる。

解析には、他のカドミウム曝露源にかかわる鉱山作業従事者、喫煙者を除き、腎臓疾患等の病歴のある被験者は除いた結果、404 名となった。表 1 に示すように、その被験者の年齢分布は 40-49 歳 79 名、50-59 歳 148 名、60-69 歳 138 名、70-79 歳 37 名であった。

血中 Cd 濃度(表 2)は、地域 E および地域 F の比較では、全年齢でそれぞれ 3.61 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 、3.48 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 、40 歳代で 3.57 $\mu\text{g}/\text{dl}$ と 2.90 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 、50 歳代で 3.36 $\mu\text{g}/\text{dl}$ と 2.96 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 、60 歳代で 3.96 $\mu\text{g}/\text{dl}$ と 4.11 $\mu\text{g}/\text{dl}$ であった。70 歳代では、4.46 $\mu\text{g}/\text{dl}$ と 5.43 $\mu\text{g}/\text{dl}$ であり、50 歳代までは地域 F が低めであるが、60 歳代、70 歳代になると地域 F が高かった。尿中 Cd 濃度(表 2)は、地域 E および地域 F の比較では、全年齢でそれぞれ 4.23 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ と 5.91 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ と統計学的に有意に高く、40 歳代で 3.76 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ と 3.96 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ 、50 歳代で 4.10 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ と 5.48 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ 、60 歳代で 4.64 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ と 7.46 $\mu\text{g}/\text{g cre}$ と有意な差があった。尿中 Cd は、過去の曝露を表していることから、数十年前の地域 F の Cd 曝露は、地域 E より高かったことが明らかとなった。特に、地域的に鉱山の近傍であるため大気汚染による曝露も疑われた。

しかし、各年齢層の低分子蛋白質尿の濃度を比較すると尿中 $\alpha 1$ -ミクログロブリンおよび $\beta 2$ -ミクログロブリン濃度は地域 F で地域 E より高くはなく、特に対照群の地域 A と比較しても大きな差は見られなかった(表 3)。この結果から、平均的には地域 F は地域 E より高い曝露を長年受けていたにもかかわらず、加齢による変化を調整すれば、明らかな腎機能障害はない結果となった。

各被験者が持参した白米中の Cd 濃度と血中および尿中 Cd 濃度との関係は、これまでの他の地域での調査と同様に、非常に低い相関関係しか示さなかった(図 1、図 2)。図 3 に平成 15 年度(図 3) および平成 15 および 16 年度(図 4)、F 地域の被験者の年齢と血中 Cd 濃度との相関を示している。分布には変わりなく、年齢が上昇するに従って血中 Cd 濃度の上昇する傾向が見られた。同様に、同地域の

年齢と尿中 Cd 濃度との相関も同様な変化の傾向を示していた（図 5、図 6）。

腎機能に関しては、尿中低分子蛋白質の濃度をクレアチニン補正して示している（図 7、図 8）。これまでの調査結果と同様に、年齢が上昇すると、尿中 α 1-MG 濃度、尿中 β 2-MG 濃度の高めの被験者が増える傾向を示していた。カドミウム曝露指標として尿中 Cd 濃度および血中 Cd 濃度を使用して、腎尿細管機能の低下との関係を調べたが、明らかな相関関係は見られなかった（図 9、図 10）。さらに、図 11 に、年齢と血中 Cd 濃度、図 12 に年齢と尿中 Cd 濃度とをプロットし、それぞれ β 2-MG 濃度を 3 群に分けてプロットしている。分布は基本的には同じであり、血中 Cd 濃度および尿中 Cd 濃度が高くても腎機能に異常を示さない被験者が数多くいることが明らかとなった。しかし、 β 2-MG が 1,000 μ g/g cre 以上の個人は尿中 Cd 濃度、血中 Cd 濃度が高めである被験者もあり、加齢による変化と Cd 曝露による変化、特に大気汚染からの吸入曝露による経路がなかったかどうか、居住地域などの再度聞き取りや過去の大气汚染状況も含めて、より精密な過去の曝露推定をする必要がある。地域 E と地域 F では、40 歳代では尿中 Cd 濃度に差がないが、より高齢者になると地域 F が高くなるのは、地域 F では時代とともに曝露レベルに急速に低下したと考えられ、その原因は大気からの Cd 曝露が減少したのではないかと推定することが可能かもしれない。

今後期待される研究結果

昨年度の地域 F では農家女性 250 名が検診に参加した。検診参加者が持参した平成 15 年産米中の Cd 濃度の分布は、1.0 μ g/g 以上は 0%、0.4 μ g/g 以上 1.0 μ g/g 未満は 9%、0.2 μ g/g 以上 0.4 μ g/g 未満は 32%、0.2 μ g/g 未満は 59%であった。今年度も同様の Cd 濃度の分布をしているだろうと推測される。すなわち、現時点では日本で最も高い曝露集団とみなすことができる。この集団での健康影響を詳細に調べることは、現在国内で食品からの Cd 摂取により健康影響が有るかどうか明らかにすることが出来る。さらに、今年度の調査で、昨年度の調査人数と合わせて地域 F で 422 名となり、隣接する地域 E と合計すると 1,000 名以上の集団となり、コホートとして追跡調査するには適切な母集団となると考えられる。これまで我々の断面的調査により、Cd 摂取による健康影響が出ている根拠は見出だせなかった。今後長期にわたり、この 1,000 名の比較的高い曝露を受けている集団を追跡調査することにより、日本国内で食品から摂取される Cd により健康影響が起こっているかどうかを明らかにすることができると推定できる。

業績

Horiguchi H, Oguma E, Nomoto S, Arao Y, Ikeda K, Kayama F. Acute exposure to cobalt induces transient methemoglobinuria in rats.

Toxicol Lett. 151(3):459-66, 2004

Horiguchi H, Oguma E, Sasaki S, Miyamoto K, Ikeda Y, Machida M, Kayama F. Dietary exposure to cadmium at close to the current provisional tolerable weekly intake does not affect renal function among female Japanese farmers. *Environ Res.*

95(1):20-31. 2004

Horiguchi H, Oguma E, Sasaki S, Miyamoto K, Ikeda Y, Machida M, Kayama F. Comprehensive study of the effects of age, iron deficiency, diabetes mellitus, and cadmium burden on dietary cadmium absorption in cadmium-exposed female Japanese farmers. *Toxicol Appl Pharmacol.* 196(1):114-23. 2004

Horiguchi H, Oguma E, Sasaki S, Miyamoto K, Ikeda Y, Machida M, Kayama F. Environmental exposure to cadmium at a level insufficient to induce renal tubular dysfunction does not affect bone density among female Japanese farmers.

Environ Res. 97(1):83-92, 2005

表 1

The age distribution of study population in three districts.

	District A	District E	District F
<i>All ages</i>			
N	187	658	404
AM±ASD	57.2±9.2	58.3±9.6	57.5±8.9
Max	75	78	82
Min	33	30	34
<i>40-49 yr</i>			
N	39	99	73
AM±ASD	45.8±2.5	45.4±2.9	46.1±2.6
<i>50-59 yr</i>			
N	58	204	148
AM±ASD	53.3±2.5	54.6±2.9*	54.6±2.7*
<i>60-69 yr</i>			
N	71	272	138
AM±ASD	64.5±2.8	64.6±2.8	63.8±2.8†
<i>70- yr</i>			
N	16	59	37
AM±ASD	71.4±1.5	72.7±2.2	73.1±2.8

*: P<0.05 (compared to the value in District A)

†: P<0.05 (compared to the value in District E)

表 2

Cd concentration in peripheral blood and urine in three districts.

	District A	District E	District F
<i>Peripheral blood Cd (µg/L)</i>			
All ages	2.00 (1.58) (range ND-6.81)	3.65 (1.62)* (range 0.55-13.07)	3.48±1.79* (range 0.74-31.20)
40-49	1.82 (1.73)	3.57 (1.63)*	2.90 (1.74)*†
50-59	2.07 (1.59)	3.36 (1.60)*	2.96 (1.75)*
60-69	2.07 (1.50)	3.96 (1.56)*	4.11 (1.68)*
70-	2.03 (1.37)	4.46 (1.54)*	5.43 (1.82)*
<i>Urinary Cd (µg/g cr.)</i>			
All ages	2.63 (1.74) (range ND-7.93)	4.23 (1.71)* (range ND-27.26)	5.91±1.76*† (range 0.35-29.66)
40-49	2.14 (1.59)	3.76 (1.76)*	3.96 (1.76)*
50-59	2.53 (1.86)	4.10 (1.67)*	5.48 (1.71)*†
60-69	3.10 (1.65)	4.64 (1.68)*	7.46 (1.53)*†
70-	2.70 (1.73)	4.79 (1.63)*	8.22 (1.73)*†

*: P<0.05 (compared to the value in District A)

†: P<0.05 (compared to the value in District E)

表 3

Urinary α_1 -microglobulin and β_2 -microglobulin in three districts.

	District A	District E	District F
α_1 -microglobulin (mg/g cr.)			
All ages	4.94 (2.00) (range ND-37.33)	4.76 (2.06) (range ND-56.04)	4.36 (2.13) (range ND-48.56)
40-49	3.25 (1.86)	2.95 (1.77)	3.16 (1.93)
50-59	4.88 (1.87)	4.76 (2.03)	3.83 (1.96)*†
60-69	5.88 (1.95)	5.64 (1.91)	5.20 (1.98)
70-	7.60 (2.04)	6.48 (2.28)	8.83 (2.26)
β_2 -microglobulin (μ g/g cr.)			
All ages	148 (2.41) (range ND-9352)	161 (2.31) (range ND-5689)	168 (2.47) (range ND-15332)
40-49	94 (1.96)	111 (1.86)	112 (1.99)
50-59	147 (2.05)	163 (2.21)	148 (2.05)
60-69	169 (2.57)	174 (2.28)	191 (2.32)
70-	266 (3.20)	250 (3.05)	444 (3.81)

*: P<0.05 (compared to the value in District A)

†: P<0.05 (compared to the value in District E)

図 1

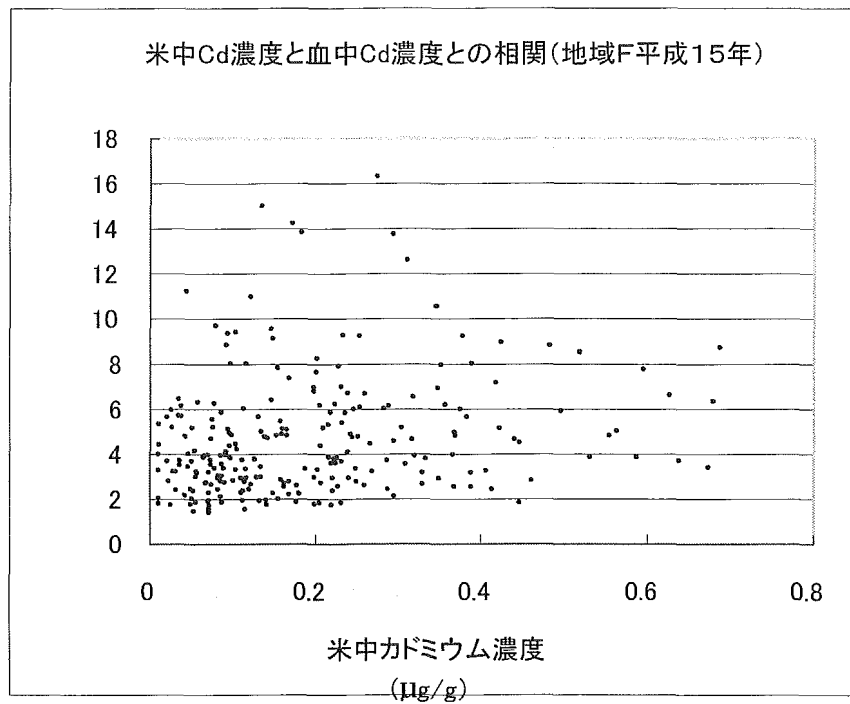


図 2

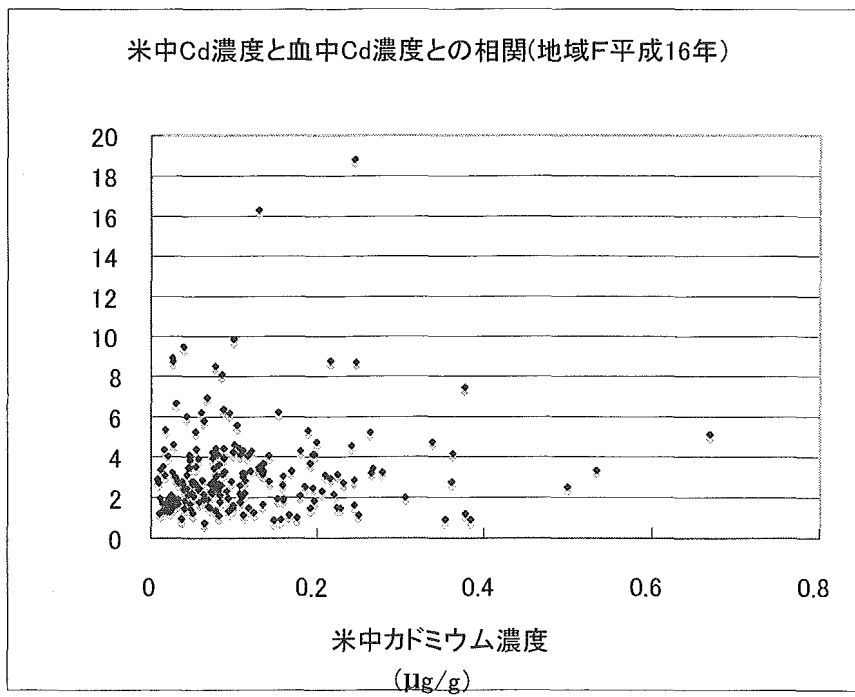


図 3

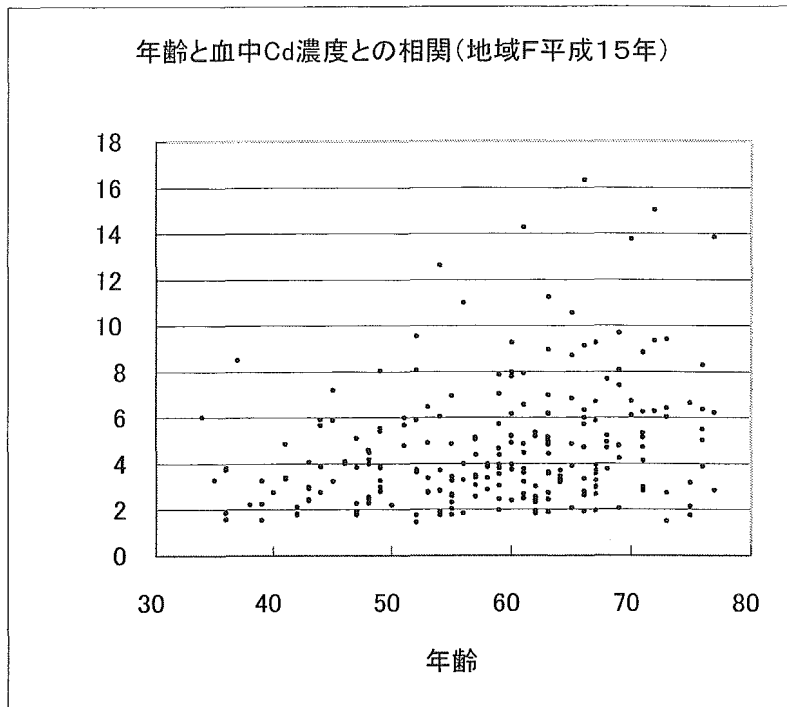


図 4

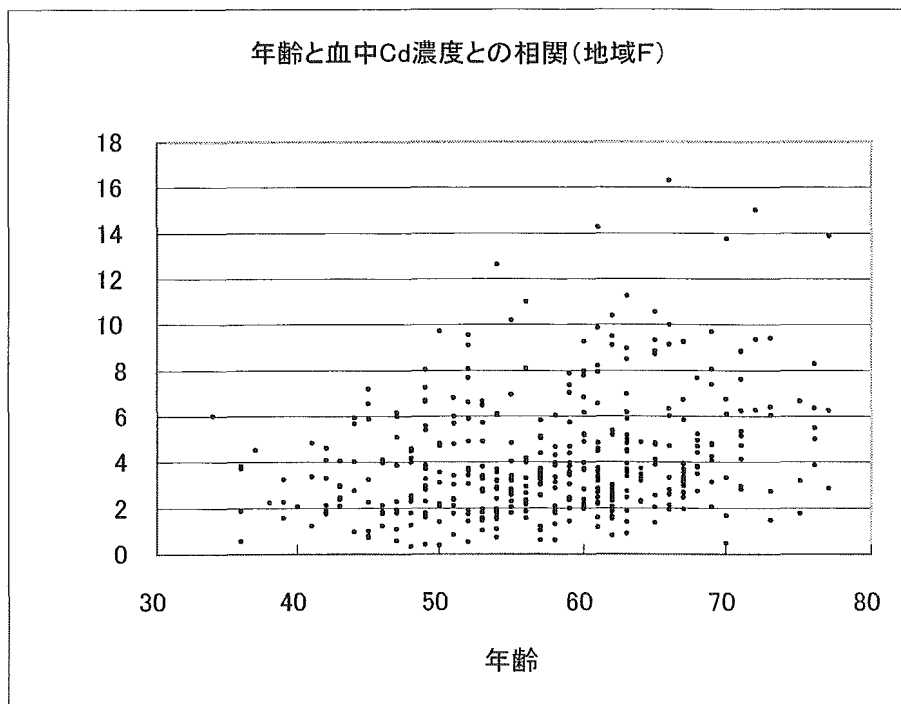


図 5

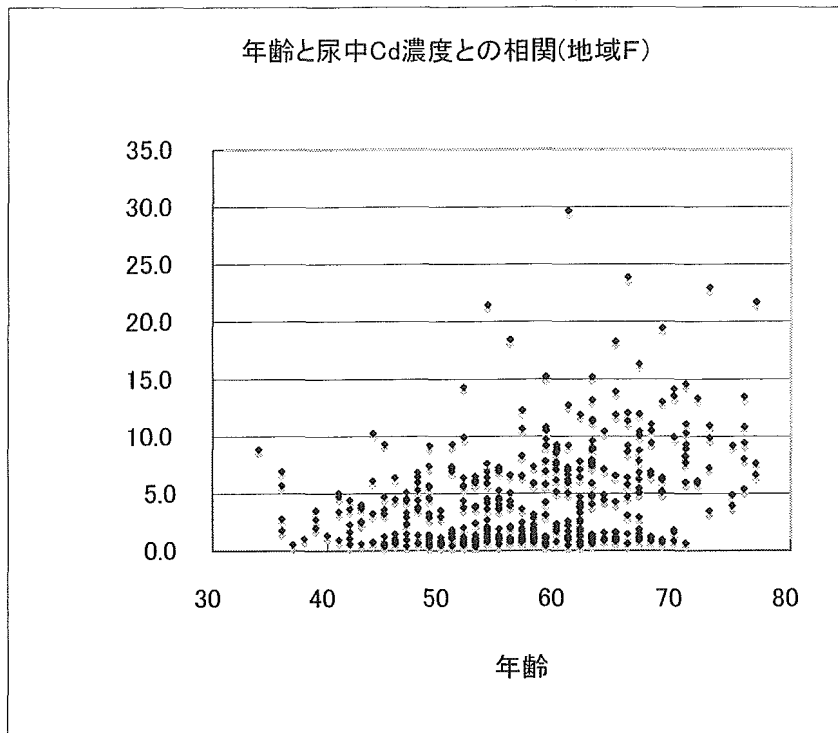


図 6

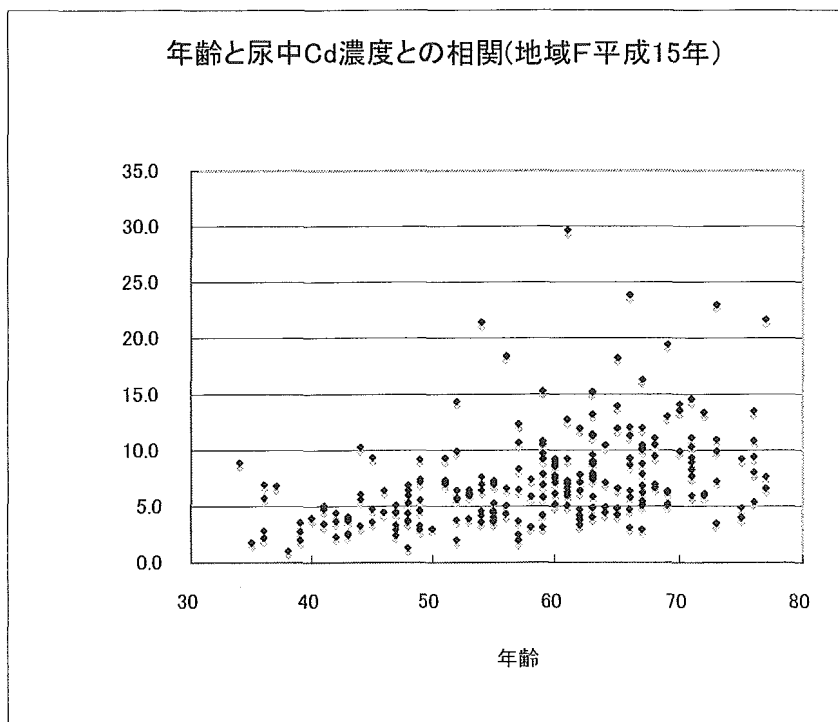


図 7

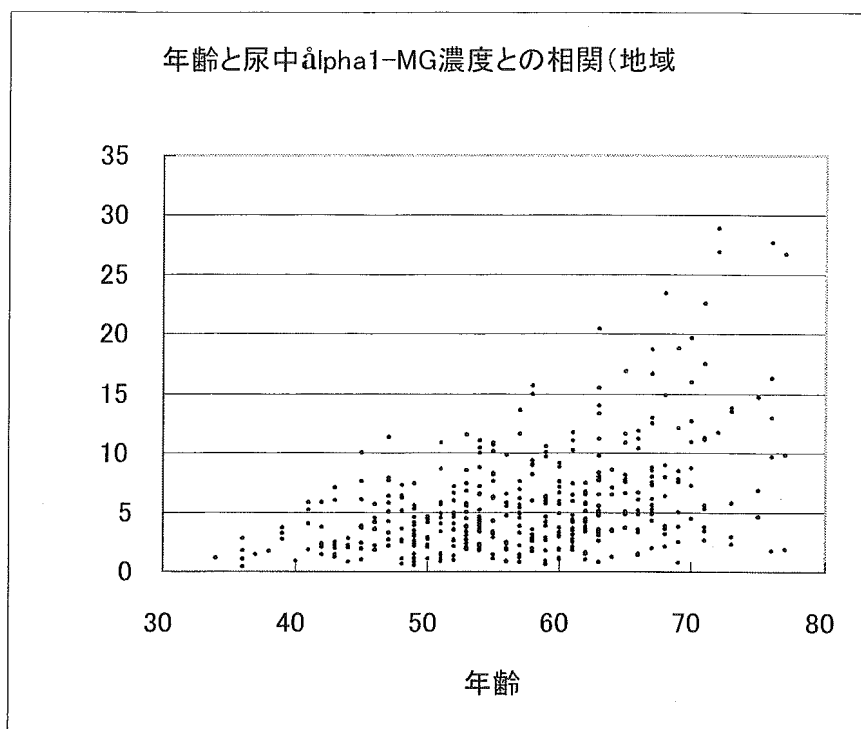


図 8

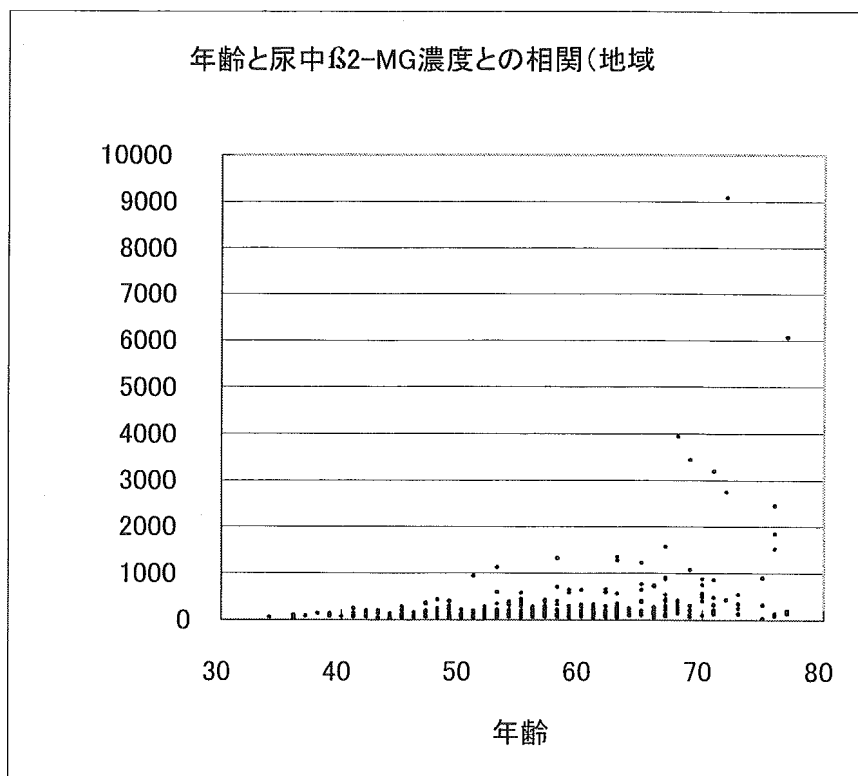


図 9

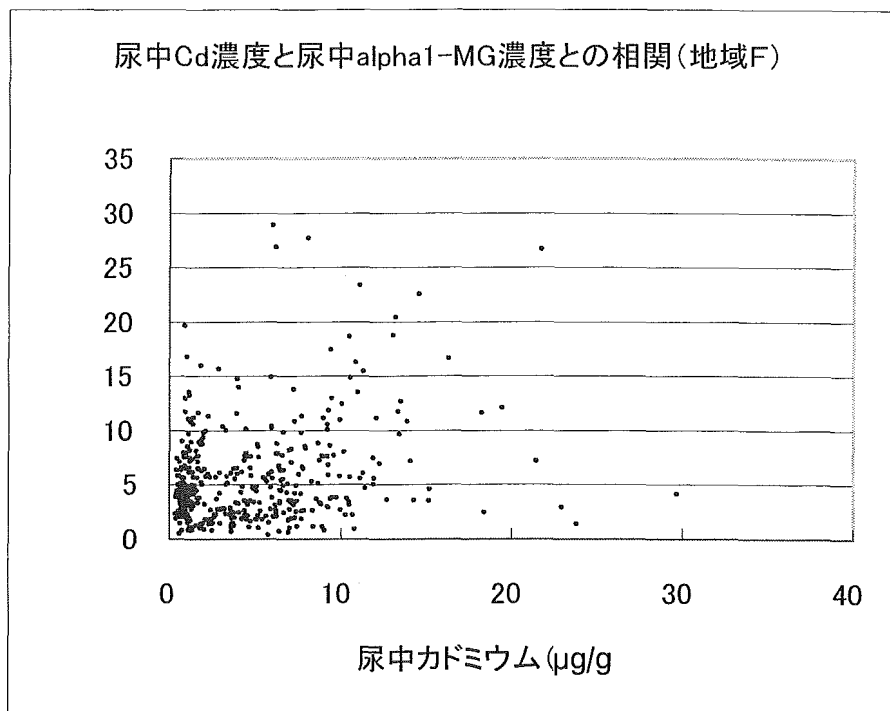


図 1 0

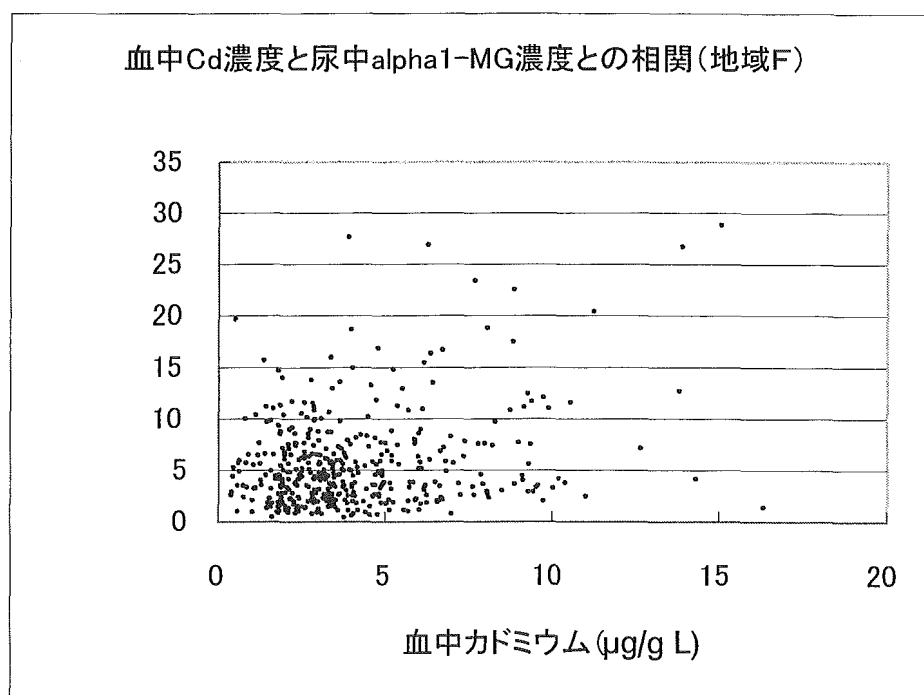


図 1 1

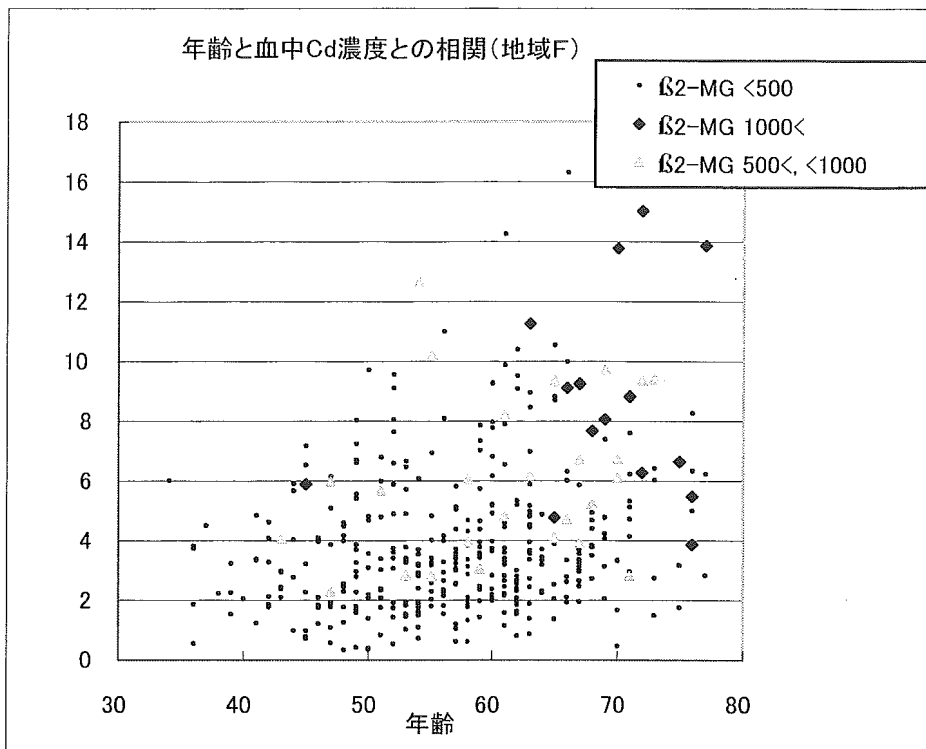


図 1 2

