

16. アジア都市における 幼児の金属接触曝露に関する調査

池上 麻衣子^{1*}・Cesar ORTINERO¹・Mohd Talib LATIF²・
Marzuki bin ISMAIL³・中山 亜紀¹・米田 稔¹

¹京都大学工学研究科都市環境工学専攻 (〒615-8540京都市西京区京都大学桂Cクラスター)

²Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia (43600 Bangi, Malaysia)

³Faculty of Science and Technology, Universiti Malaysia Terengganu
(21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia)

* E-mail: ikegami@risk.env.kyoto-u.ac.jp

幼児はhand-to-mouth行動によって手指に付着した有害物質を摂取する可能性があり、幼児の有害物質への曝露は都市によって異なると考えられることから、幼児の身の回りに存在する金属に着目して、アジア諸国の生活環境の異なる都市間において、幼児の接触による金属への曝露調査を行った。その結果、幼児の身の回りには鉛をはじめとする多くの金属が存在しており、手指に付着する金属量は生活環境が影響している可能性が高いことがわかった。幼児の金属接触曝露量が大きい場合、その国で土壌などに関する基準が定められていないことがあり、接触による金属摂取のリスク低減のためには基準の設定が必要であると考えられる。

Key Words : Young children, Metals, Soil, Paint, Smear test

1. はじめに

鉛などの重金属や様々な有害化学物質は生活環境中で使用されていることがあることから、身近な生活環境から幼児への曝露経路が存在していると考えられる。幼児は色々なものに触れ、その手や指をなめたり、ものを口に入れたりすることから、手指に付着した有害物質が体内に入る可能性がある。

幼児の身近なところで使用され、健康に悪影響を及ぼした有害物質として、鉛が挙げられる。2004年アメリカで、鉛を含むアクセサリを飲み込んでしまった幼児に深刻な健康被害が報告されたことから、2005年2月アメリカの消費者製品安全委員会(CPSC)は、子供用の金属製アクセサリに含まれている鉛に関する基準を設定した。基準設定後、多くの子供用金属製アクセサリが自主回収されている¹⁾。わが国においても、2008年3月に食品衛生法施行規則及び食品、添加物等の規格基準が一部改正され、「乳幼児が接触することによりその健康を損なうおそれがあるものとして厚生労働大臣の指定するおもちゃ」にアクセサリ玩具、口に接触する可能性

のある知育玩具などが新たに追加され、乳幼児が飲み込むおそれのある大きさの金属製アクセサリ玩具に係る鉛の溶出規格が設定された²⁾。

幼児の手や指を口に持っていくhand-to-mouth行動は、幼児が成長していく時期において自然な行動である。幼児は色々なものに触れることが多く、手指に有害物質が付着した場合、hand-to-mouth行動によって有害物質を摂取する可能性が高い。このような幼児の行動は、年齢、性別、人種・民族、社会経済的地位により異なると言われており、幼児の行動の特性は、環境汚染物質への曝露に影響する³⁾。幼児の有害物質への曝露は都市によって異なるのではないかと考えられる。

都市によって生活環境も異なることから、本研究では、まず生活環境に着目し、アジア諸国の生活環境の異なる都市間において、幼児の接触による有害金属への曝露状況を明らかにすることを最終目標とする。

本研究では、アジア都市を対象に生活環境中や幼児の手指の拭き取り調査を行い、都市ごとに生活環境中に存在する金属量や幼児の手指に付着した金属量を求め、有害金属付着量が生活環境に影響するのかを把握する。

表-1 手指の拭き取り人数

	2歳		3歳		4歳		5歳		6歳	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
クアラルンプール①							2	5	10	9
クアラルンプール②			8	7	9	6				
クアラトレンガヌ①						1	8	12	5	6
クアラトレンガヌ②							3	5	9	4
バンコク	2		10	12	10	10	23	6		
マニラ			1	1	16	25	14	19		
京都①					12		11			
京都②			10	12	9	7	14	10		

このため、以下のような研究目的を設定する。

- 1) 幼児が触れる可能性が高い様々な表面から手指に移行する可能性が高い金属や幼児が触れる表層土に含まれている金属量を測定し、幼児の生活環境中に存在する金属を定量的に把握する。
- 2) 屋内で過ごした後、屋外で遊んだ後の幼児の手指を拭き取り、手指に付着している金属量から、接触によって摂取する可能性のある金属量の最大値を把握する。
- 3) 生活環境中に存在する金属、幼児の手指に付着した金属から、生活様式の異なる都市間で生活環境の違いによる金属曝露への影響について検討する。

2. 都市別における拭き取り調査

(1) 調査内容

生活環境の異なる都市間における幼児の金属への曝露を比較するため、生活環境および幼児の手指の拭き取り調査を行った。調査を行った都市は、クアラルンプール（マレーシア）、クアラトレンガヌ（マレーシア）、バンコク（タイ）、マニラ（フィリピン）、京都（日本）である。クアラルンプール、クアラトレンガヌ、京都ではそれぞれ2ヶ所の幼稚園（保育園）で、バンコク、マニラでは1ヶ所の幼稚園で調査を行った。2ヶ所の幼稚園で調査を行った3都市について、それぞれの幼稚園（保育園）をクアラルンプール①、クアラルンプール②、クアラトレンガヌ①、クアラトレンガヌ②、京都①、京都②とする。

幼児の触れる可能性の高い表面に付着している、あるいはそれ自体に含まれている金属を定量的に把握するため、屋内外の様々な塗装面や表面を合計50ヶ所以上を拭き取り、拭き取り材に移行した金属量を測定した。クアラルンプール②は屋内のみの調査であったので拭き取りは20ヶ所であった。幼児が遊ぶ遊具はプラスチック製のものも見られたが、ほとんどが金属製で塗料が塗られ

ていた。各都市において、屋外では、幼稚園（保育園）の園庭の遊具や校門などの様々な塗装面、表面を拭き取り、屋内では、床、机、棚、窓などの様々な表面を拭き取り、拭き取り材に移行した金属量を測定した。屋外で遊ぶ場合、多くの幼児は土壌や砂を触るので、幼児が触れる可能性が高い場所の土壌や砂を各都市10地点以上採取し、土壌や砂に含まれている金属量を測定した。

幼児の手指に付着した金属量を把握するため、2～6歳児を対象に手指の拭き取り調査を行った。幼児は屋内で過ごしている時や屋外で遊んでいる時にhand-to-mouth行動をしていることから、屋内で過ごした後、屋外で遊んだ後の幼児の手指を拭き取り、手指に付着している金属量を測定した。クアラルンプール①②、クアラトレンガヌ①は屋内で過ごした後の手指を拭き取り、その他では、遊んだ後の手指を拭き取った。幼児の手指の拭き取り人数を表-1に示す。京都①は拭き取り人数の男女の合計を示している。空白部分は「0人」である。

(2) 測定方法

遊具の塗装面、ほこりなどに含まれている金属量は、スミヤろ紙を用いた拭き取り法により、遊具の塗装面などを拭き取り、拭き取り材に移行した元素量を測定した。本研究では幼児の接触行動を考慮した様々な表面からの金属量を測定する拭き取り法⁹⁾を用いた。この拭き取り法によって、接触により手指に移行する可能性が高い金属量を測定することができる。スミヤろ紙で拭き取り面を100cm²ずつ拭き取り、拭き取ったスミヤろ紙に移行した金属量を測定した。調査方法に由来する誤差を最小限にするため、塗装面などの拭き取りの際、一度拭き取った所は拭き取らないように気をつけた。また、拭き取る力は、約5kgとした。これは体重10kgの幼児が例えば鉄棒にぶら下がった時に、一つの手のひらにかかる力というように考えることができることから、妥当な値として採用した。

土壌は、幼児が触れる可能性の高い表層土を採取した。

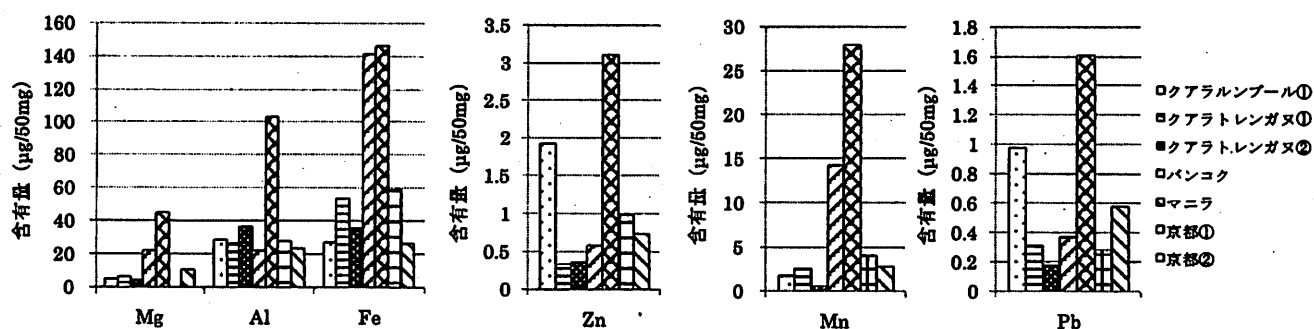


図-1 土壌に含まれている金属量

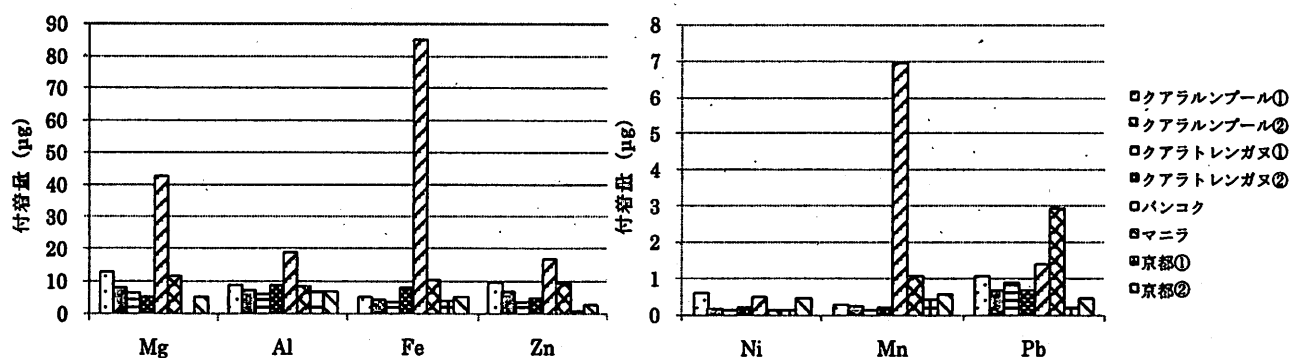


図-2 幼児の手指に付着した金属量

土壌試料は粒径 $100\mu\text{m}$ 以下のものを使用した。これは手指に付着した土壌の9割以上が粒径 $100\mu\text{m}$ 以下であるという報告があること⁹⁾から、本研究においてもこの値を採用した。採取した土壌は粒径 $100\mu\text{m}$ 以上の粒子を排除した後、 110°C で24時間以上乾燥させた。

幼児の手指に付着している金属量は、幼児の手指を、精製水のみで湿らせてあるコットンパッド（DAISAN製）で拭き取り、その拭き取り材に移行した金属量から求めた。屋内で過ごした後、30分屋外で遊んだ後に幼児の両手のひら、指を拭き取った。屋内で過ごした後、屋外で遊んだ後いずれも手を洗う前の手指を拭き取った。

拭き取り材中の各種元素量を測定する方法は、抽出操作の手軽さや安全性を考慮し、濃硝酸などを用いた全量分析法ではなく、土壌汚染対策法での土壌中重金属量の測定方法を参考にして、1N塩酸による抽出方法を採用した。1N塩酸抽出法は、人体へ吸収され得る重金属量を近似的に測定する方法⁹⁾であり、手指に付着した重金属のうち、人体に吸収されやすい量をおおよそ推定可能である。手指に付着した重金属が手をなめることで体内に入る可能性があることから、1N塩酸が妥当であると考えた。

以下の手順で、遊具の塗装面、ほこりなどに含まれている金属、幼児の手指に付着している金属を採取し、測定した。

1) 遊具の塗装面などをスミヤロ紙で拭き取り、拭き取り材をPP製容器に入れ、保存する。幼児の両手の指、手のひらを精製水コットンで拭き取り、拭き取り材をPP製容器に入れ、保存する。精製水コットンは、1人の幼児の両手の指、手のひらを拭き取るのに1枚使用した。採取後 110°C で24時間以上乾燥させた粒径 $100\mu\text{m}$ 以下の土壌を50mgはかりとりPP製容器に入れる。

2) 拭き取ったスミヤロ紙、精製水コットン、土壌が入ったPP製容器に、有害金属測定用塩酸（和光純薬工業（株）製）を希釈して作成した1N塩酸15mlずつ加え、 25°C の恒温槽で、200回/分で20分間振とうする。

3) 振とう終了後、抽出液を $0.45\mu\text{m}$ アセテートフィルターでろ過し、ろ液を試料液とする。

4) 各試料液に内標準物質としてInを100ppbとなるように加え、ICP-MSで内標準法により測定する。

5) 抽出液の各元素濃度に抽出液量である15mlを掛けて抽出液中元素量を求める。

測定元素は、Mg、Al、Fe、Mn、Zn、Co、Ni、Cd、Pbとした。

(3) 結果と考察

土壌中の金属量の中央値の結果を図-1に示す。クアラルンプール②では、地面はコンクリートで覆われており、周囲に採取できる土壌はなく、園庭も非常に離れた場所

表2 土壌中のPb量 (単位: mg/kg)

	中央値	平均値	最大値	最小値
クアラルンプール①	20	19	37	5
クアラルンプール②	6	13	73	4
クアラルンプール③	3	4	7	2
バンコク	7	8	15	5
マニラ	32	72	525	4
京都①	6	11	38	4
京都②	12	13	21	7

表3 幼児の手指に付着したPb量 (単位: µg)

	中央値	平均値	最大値	最小値
クアラルンプール①	1.06	1.28	3.65	0.32
クアラルンプール②	0.66	0.90	4.27	0.22
クアラルンプール③	0.87	0.91	2.33	0.32
クアラルンプール④	0.66	0.85	1.93	0.18
バンコク	1.37	2.04	10.60	0.16
マニラ	2.92	3.80	12.43	0.17
京都①	0.21	0.87	7.86	0.02
京都②	0.46	1.00	6.09	0.04

表4 拭き取り面から移行したPb量 (単位: µg/100cm²)

		中央値	95パーセント値	最大値	最大検出箇所
クアラルンプール①	屋内	0.18	21.85	111.02	ドア
	屋外	0.88	18.12	38.92	校門
クアラルンプール②	屋内	0.15	0.93	5.86	壁
	屋外	0.06	0.43	4.56	ドア
クアラルンプール③	屋内	0.06	0.90	5.44	うんてい
	屋外	0.06	0.90	5.44	うんてい
クアラルンプール④	屋内	0.01	0.04	0.05	本
	屋外	0.03	0.17	0.20	ブランコ
バンコク	屋内	0.02	0.34	3.91	棚
	屋外	0.34	3.65	4.65	柵(砂場)
マニラ	屋内	0.27	3.21	9.25	黒板
	屋外	0.53	12.61	22.34	ブランコ
京都①	屋外	0.06	0.34	0.37	すべり台
京都②	屋内	0.12	2.76	4.63	床
	屋外	0.20	0.50	0.55	鉄棒

にあったため、土壌は採取していない。京都①の土壌についてはMgは測定しておらず、図-1では空白になっている。(幼児の手指の拭き取り結果についても同様である。) Ni, Cdは全ての都市においてそれぞれ0.13µg/50mg, 0.008µg/50mg以下と小さな値となった。Coは、マニラで0.42µg/50mgであったが、その他の都市では0.10µg/50mgと

小さな値であった。全ての元素でマニラで採取した土壌に最も多くの金属が含まれていた。幼児にとって注目すべき元素であるPbは、マニラでは、採取した34地点中6地点でわが国の土壌含有量基準である150mg/kgを超えていた。表-2に各都市の土壌中Pb量(単位: mg/kg)を示す。マニラ以外の都市ではわが国の基準を下回る結果となった。

幼児の手指に付着した金属量の中央値の結果を図-2に示す。性別によって付着量に差が見られなかったことから、各都市で男女合計での結果を示す。Co, Cdは全ての都市においてそれぞれ0.1µg, 0.03µg以下と小さな値となった。Mg, Al, Fe, Mn, Znは、バンコクが他の都市よりも多く幼児の手指に付着していた。バンコク、マニラの土壌に含まれているAl, Fe, Mnの量を比較すると、マニラの方がバンコクよりも多く含まれているが、幼児の手指に付着しているAl, Fe, Mnの量はバンコクの方がはるかに大きくなった。

Pb量の中央値を見るとマニラで最も多く手指に付着していた。各都市における幼児の手指に付着したPb量の中央値、平均値、最大値、最小値を表-3に示す。屋外で遊んだ後の手指を拭き取ったバンコク、マニラ、京都①、京都②は最大値が比較的大きかった。これは屋外で遊ぶ場合、遊具や土壌、砂など様々な表面に触れる機会が屋内よりも多くなることが考えられる。

各都市における屋内外の様々な拭き取り面のPb移行量の結果を表-4に示す。屋内では最大でクアラルンプール①のドアの壁から111µg/100cm²のPbが検出された。屋外ではクアラルンプール①の校門から38.9µg/100cm²のPbが検出された。校門やドアは幼児が最も出入りする場所にあるので、ほとんどの幼児が1日に一度は触ると言ってもよい。校門やドアに触れることでこれらのPbが手指に付着する可能性が高い。ドアの壁や校門には塗料が塗られていたため、塗料中にPbが含まれている可能性が考えられる。

遊具から最も多くのPbが検出されたのはマニラで、他の都市よりも多くのPbが検出され、最大でブランコから22.3µg/100cm²のPbが検出された。遊具に多くのPbが存在すれば、触れることで多くのPbが手指に移行することがわかる。

クアラルンプール②では、屋外で遊んだ後の幼児の手指に付着しているPb量はバンコク、マニラ、京都①②より最大値が小さかった。屋外の拭き取り結果より、クアラルンプール②の屋外から検出されたPb量は他の都市の屋外よりも小さな値となっていることから、屋外で遊んでいる時に色々な表面に触れていたとしても、身の回りに存在するPb量が小さい場合、手指に付着するPb量も小さくなると考えられる。

表-5 Al, Fe, Mnから算出した土壌付着量
(単位: mg)

	中央値	平均値	最大値	最小値
クアラルンプール①	5.6	6.1	12.5	2.0
クアトレンガヌ①	3.3	3.6	7.8	1.6
クアトレンガヌ②	13.2	13.6	26.7	3.2
バンコク	28.4	37.5	193.4	3.1
マニラ	2.8	3.5	21.0	0.6
京都①	5.1	9.8	57.8	0.3
京都②	10.5	17.2	117.2	1.0

京都①②の拭き取り結果から、屋外の遊具からのPb量がバンコク、マニラより比較的小さいにもかかわらず、幼児の手指には最大で7.9 μ g、6.0 μ gのPbが付着していた。これは今回の調査で拭き取っていない遊具の箇所にもPbが多く含まれている可能性や、色々な遊具に何度も触れる、あるいは手指に多くの土壌が付着している可能性が考えられる。

Al, Fe, Mnは土壌の主要成分であることから各都市の土壌中Al, Fe, Mnの量から1人の幼児の手指に付着している土壌量を算出した。幼児は屋外で遊ぶ時、園庭の色々な場所の土壌に平均的に触れているとして、土壌に含まれている各元素量の平均値を用いて求めた。各都市で幼児の手指に付着しているAl, Fe, Mnの量から求めた土壌付着量の結果を表-5に示す。クアラルンプール①、クアトレンガヌ①は、屋外で遊んでいないが、ここでは参考として手指に付着しているAl, Fe, Mnが園庭の土壌由来であった場合を仮定して土壌量を求めた。表-5よりバンコクの幼児の手指に付着した土壌は1人あたり中央値で28.4mgと算出され、他の都市よりも多くの土壌が手指に付着していたと考えられる。園庭の遊具の配置を見るとバンコクでは園庭の中心に砂場があり、その周りに遊具が設置されており、遊ぶ際、幼児は砂場に触れる機会が多くなっていた。これらのことからバンコクの幼児の遊んだ後の手指には多くの土壌が付着していると考えられ、手指に付着する金属量は遊ぶ環境が影響している可能性が高い。

3. 環境基準から見た金属接触曝露

アジアの各都市での幼児の手指の拭き取り調査で、幼児の手指には様々な金属が付着していることがわかった。また、幼児の身の回りに多くの金属が存在すると、幼児の手指にも多く付着していることがわかった。特に鉛は幼児にとって注目すべき元素であり、生活環境中に多く存在し、幼児の手指にも付着していた。そこで、各都市

の幼児の鉛曝露について環境データから考察する。

今回調査を行ったマニラの幼稚園で屋内外の拭き取り結果から多くの鉛が検出され、土壌の鉛含有量も他の都市の幼稚園（保育園）に比べて高い値となった。フィリピンでは、1990年代初めまで大気中の鉛濃度は高く、1993年に初めて有鉛ガソリンが規制され、2000年末に有鉛ガソリンは段階的に廃止された⁹⁾。その結果、2003年には大気中の鉛濃度は大幅に減少したが、2005年には大気環境基準（ガイドライン）を上回る大気中鉛濃度が測定された地点もあり、鉛曝露源となっている可能性がある⁷⁾との報告がある。有鉛ガソリンは燃焼することで鉛が大気中に放出され、大気中に放出された鉛は、土壌や河川の底質に強く吸着されることがわかっており⁸⁾、これらの鉛がほこり、土壌、水に残留しており、特に交通量が多い地域で見られると指摘されている⁹⁾。よって、マニラで調査を行った幼稚園の園庭で多くの鉛が含まれている土壌も見られたが、これらは有鉛ガソリン起源の鉛が含まれている可能性がある。

そこで土壌に含まれている物質の基準設定について以下に述べる。

わが国では、有害物質に汚染された土壌による人への健康影響を防止するため、土壌汚染対策法が平成15年に施行された。指定基準として、地下水等の摂取によるリスクに係る土壌溶出量基準と直接摂取によるリスクに係る土壌含有量基準が設定されている¹⁰⁾。

タイでは土壌環境基準が定められている。土壌環境基準は、居住地・農地用とその他の土地用の2つがあり、土地の使用目的別に基準が定められている¹¹⁾。

マレーシアでは、土壌環境基準は定められていないが、1974年に環境対策に対する基本法として1974年環境法（Environmental Quality Act 1974）が制定されている。環境法には土壌汚染に関する規定が記されており、その中で「いかなる土地であってもその土壌または土地表面を汚染するまたは汚染の原因となる、あるいは汚染を可能にしてはならない。」として、環境中への排出を禁止する記述がなされている¹²⁾。

フィリピンでは、土壌汚染に関する法律はなく、グローバル企業は自主的な調査を実施している¹³⁾。

今回の調査でマニラの幼稚園の園庭からはわが国の土壌含有量基準を超える鉛が含まれている土壌が採取された。フィリピンでは土壌汚染に関する法律や基準が定められていないため、このように鉛が多く含まれている土壌が存在し、鉛が多く土壌に含まれていても土壌汚染の対策はなされない。フィリピンにおいても土壌汚染に関する法律や基準を設定する必要があると考えられる。

近年では、塗料中の鉛が新たに重要な問題となっていることが報告されている。血中鉛濃度の基準を超えてい

る幼児は家で使用されている塗料に曝露されている可能性があり、有鉛ガソリン以外の鉛汚染源、特に塗料中の鉛を取り除く必要があると勧告している¹⁴⁾。拭き取り結果から、塗装面の鉛付着量が高いところがあり、新たに重要な鉛の曝露源となる可能性が高い。

わが国では、鉛に関してさび止め塗料や上塗り塗料について健康影響を考慮した基準は設定されていない¹⁵⁾。マレーシア、タイ、フィリピンでも鉛が含まれている塗料に関する基準が定められていない^{9) 16) 17)}。今回の調査でほとんどの都市で拭き取り面から多くの鉛が検出されており、その大部分に塗料が塗られていた。

ここで、幼児の手指に付着した鉛が全て塗料由来であるとした場合のリスクを評価してみる。手指に付着していた鉛量の最大値は124 μ gであり、この値を用いて評価する。手指をなめるなどして鉛付着量を全て摂取した場合、幼児の体重を16kgとすると、この幼児の鉛摂取量は $124 \div 16 = 0.78 \mu\text{g/kg}$ である。鉛のTDI（耐容1日摂取量）は $3.5 \mu\text{g/kg/day}$ ¹⁸⁾であるから、TDIのおよそ5分の1となる。手指に付着した鉛が全て塗料由来であるとしたため、実際の塗料由来の鉛摂取量はこれよりも小さいと考えられるが、鉛は他の摂取経路も考えられるため、塗料に含まれている鉛量が多い場合、塗料による影響を無視できないレベルになる可能性がある。よって、塗料についても基準を設定する必要があると考えられる。

幼児は土壌や遊具など様々なものに触れるため、土壌や塗料に含まれている有害金属に対して基準を定めることで、幼児の接触による有害金属摂取のリスク低減に効果があると考えられる。

4. 結論

本研究では、幼児がhand-to-mouth行動によって手指に付着した有害物質を摂取する可能性があり、幼児の有害物質への曝露は都市によって異なると考えられることから、幼児の身の回りに存在する金属に着目して、アジア諸国の生活環境の異なる都市間において、幼児の接触による有害金属への曝露状況を明らかにすることを試みた。その結果、以下のような結論が得られた。

- 1) 幼児が触れる可能性が高い表層土に含まれている金属量を測定した結果、幼児にとって注目すべき元素であるPbについて、わが国の土壌含有量基準を超える幼稚園を有する都市も見られた。
- 2) 幼児の手指に付着した金属量を測定した結果、屋外で遊んだ後の手指には比較的多くの金属が付着していた。これは屋外で遊ぶ場合、遊具や土壌、砂など様々な表面に触れる機会が屋内よりも多くなることが考えられる。

また、遊んだ後の手指に多くの土壌が付着している都市も見られ、手指に付着する金属量は遊ぶ環境に影響する可能性が高いことがわかった。

- 3) 様々な拭き取り面から移行した金属量を測定した結果、屋内外で幼児が触れる可能性が高い表面から多くのPbが検出され、塗料中にPbが含まれている可能性が考えられる。

- 4) 幼児の鉛接触曝露について環境基準設定の観点から考察した結果、基準が定められていない場合、多くの鉛が検出されていることがわかった。幼児の接触による有害金属摂取のリスク低減のために、基準を設定する必要があると考えられる。

本研究ではアジアの各都市でそれぞれ1ヶ所あるいは2ヶ所の幼稚園（保育園）で拭き取り調査を行ったため、調査した幼稚園（保育園）が必ずしもその都市の環境を示しているわけではないため、今後調査数を増やす必要がある。また、本研究では、生活環境に着目して、幼児の接触による有害金属への曝露調査を行ったが、有害物質への曝露に影響すると言われている幼児の行動特性の人種・民族による違いは考慮していない。また、調査対象の年齢が都市によって異なるため、今後さらなる調査が必要である。

今回の調査で幼児の金属接触曝露はその幼稚園（保育園）の環境が影響していることが明らかになった。

参考文献

- 1) Interim Enforcement Policy for Children's Metal Jewelry Containing Lead - 2/3/2005, U.S. CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION, 2005
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部：食品衛生法施行規則及び食品、添加物等の規格基準の一部改正について、食安発0331007号、2008
- 3) Cohen Hubal E.A., Sheldon L.S., Burke J.M., McCurdy T.R., Berry M.R., Rigas M.L., Zartarian V.G., and Freeman N.C.G.: Children's exposure assessment: a review of factors influencing children's exposure, and the data available to characterize and assess that exposure. *Environmental Health Perspectives*, Vol.108 (6), pp. 475-486, 2000
- 4) 池上麻衣子, 米田稔, 森澤眞輔：塗装面への幼児の接触行動による重金属曝露量推定のための調査手法の検討, 環境工学研究論文集, Vol.43, pp.215-226, 2006
- 5) 米田 稔, 辻 貴史, 坂内 修, 森澤眞輔：子供を対象にした公園土壌直接摂取のリスク評価における粒径の影響. 環境工学研究論文集, Vol.42, pp.29-38, 2005
- 6) 2002 NATIONAL AIR QUALITY STATUS REPORT, Department of Environment and Natural Resources, Philippines, 2002
- 7) Asian Development Bank Country Synthesis Report on Urban Air

- Quality Management, Philippines, 2006
- 8) 国立医薬品食品衛生研究所：環境保健クライテリア 85
Environmental Health Criteria 85, 鉛 Lead—環境面からの検討—
(日本語抄訳), pp.106, 1989
 - 9) Riddell T.J., Solon O., Quimbo S.A., Tan C.M.C., Butrick E. and Peabody J.W.: Elevated blood-lead levels among children living in the rural Philippines, *Bulletin of the World Health Organization*, Vol.85(9), pp.674–680, 2007
 - 10) 環境省, (財)日本環境協会：土壌汚染対策法のしくみ,
pp.3, 2004
 - 11) Pollution Control Department (PCD), Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand: Soil Quality Standards, 2004
< http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_soil01.html > (accessed Aug 2010)
 - 12) Department of Environment/ Ministry of Natural Resources and Environment, Malaysia: Environmental Quality Act 1974
 - 13) イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社：アジア
諸国における土壌汚染法規と実務 —台湾の例を中心に—,
2004
< http://www.eesol.co.jp/release/report/200411report_2.html > (accessed Nov 2010)
 - 14) Pollution Control Department (PCD), Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok, Thailand: “Unleaded Gasoline Policy: Health Benefits for School Children and Traffic Policemen in Bangkok Metropolitan Administration”, 2002
 - 15) 東京都環境局：化学物質の子どもガイドライン—鉛ガイドライン (塗料編) —, pp.3, 2002
 - 16) Clark C.S., Rampal K.G., Thuppil V., Chen C.K., Clark R., Roda S.: The lead content of currently available new residential paint in several Asian countries, *Environmental Research*, Vol.102, pp.9–12, 2006
 - 17) Clark C.S., Rampal K.G., Thuppil V., Roda S.M., Succop P., Menrath W., Chen C.K., Adebamowo E.O., Agbede O.A., Sridhar M.K.C., Adebamowo C.A., Zakaria Y., El-Safy A., Shinde R.M., Yu J.: Lead levels in new enamel household paints from Asia, Africa and South America, *Environmental Research*, Vol.109, pp.930–936, 2009
 - 18) 環境省：化学物質ファクトシート 2008年度版
< <http://www.env.go.jp/chemi/communication/factsheet.html> >
(accessed Jan 2011)

(2011.4.11 受付)

(2011.7.8 受理)

Investigation of Exposure of Young Children to Metals by Contact Behavior in Asian cities

Maiko Ikegami¹, Cesar Ortinero¹, Mohd Talib Latif²,
Marzuki bin Ismail³, Aki Nakayama¹ and Minoru Yoneda¹

¹Dept. of Environmental Engineering, Kyoto University

² Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia

³ Faculty of Science and Technology, Universiti Malaysia Terengganu

It is possible that young children may ingest harmful materials by their hand-to-mouth behaviors, and their exposure to toxic substances depends on urban characteristics. In Asian some cities whose life styles were different from each other, young children's exposure to metals by contacting with various surfaces was investigated, focusing on metals in their living environment. This study indicated that there are metals such as lead around their environment, and that the amount of metals adhere to their hands correspondingly. In addition, when many metals are attached onto children's hands in a city, criteria of hazardous materials in soil or paint was not set in the country. Therefore, these standards need to be determined in order to reduce the risk for their intake of metals through contact.