

寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵の環境および 健康影響に関する研究について

星 加 安 之
信州大学医学部衛生学教室

Studies on Effects to Environmental and Human Health of Studded Tire-generated Dust

Yasuyuki HOSHIKA

Department of hygiene, Shinshu University School of Medicine

1. はじめに

寒冷地における最近の重大な環境汚染の一つとして、社会問題となっているものに冬期スパイクタイヤ車道粉じんがあげられる。現在では、この現象は我が国特有なものとして知られているが、1950年代末に北欧スカンジナビア半島で氷結路面のすべり止め用として使用されはじめ、ヨーロッパ、北米などに急速に普及し、我が国においても北海道を中心に1960年代前半ごろより使用されてきている^{1)-a), 1)-b), 6)-a)-6)}。

札幌市や仙台市などの実態調査では、健康に係深い浮遊粒子状物質から降下ばいじん、道路堆積物に至るまで、スパイクタイヤ装着期は非装着期の1.8~700倍に達し、アスファルト粒子は、細径部分に集中し、鉄、アルミニウム、チタン、カルシウム、マンガンなどを同時に含み、かつ、粒径の大きい部分の粉塵濃度が高いことなどが明らかにされている¹⁾⁻²²⁾。

粒径別にみると車道粉塵の多くは、主として5~50 μm の大きさで、アスファルト、スパイクタイヤのゴム、スパイクの鉄を主体とする微粒子よりなり、空中分布は地上120mの高度にまで達する例のあることがわかっている。これらは、また、道路の状況、交通量などによってかなり異なることなどから複雑な因子も存在している。通常大気汚染で問題とされるのは、10 μm 以下の粒径のもので、肺内（肺胞）浸入性の高い粒子とされ、これを浮遊粒子状物質と称している。

燃焼等によって生じるのは、1.1 μm 以下の粒子であり、主に機械的破碎によって生じるのは、粒径1.1

μm をこえるとされている。重力による粒子の終末沈降速度は10 μm の粒子で約30mm/s、100 μm の粒子で30cm/sでダストジャーなどには主に数10 μm 以上の粒子が採取されるとされている。

また、融雪剤散布によって散布期に降下ばいじん中の Cl^- 、 Ca^{2+} が高濃度になり、 Cl^- 量として非散布期にくらべて、25~70倍に達するとされている¹⁴⁾。

一方、野犬の肺などの生体においては、鉄、カルシウム、チタン、マンガンなどの重金属が高濃度であり、スパイクのピンやアスファルト成分の蓄積が推定されている。道路端堆積量は、3~4月は他の月より約700倍⁹⁾、降下ばいじんは、50倍⁹⁾、大気浮遊粉塵濃度は6倍⁹⁾など冬期の値が他の季節より高値を示し、粗大粒子において大きな差違が認められている。

仙台市医師会員に対して行われた「スパイクタイヤ粉じんの影響によると考えられる患者の有無に関するアンケート調査」の結果からは、内科医(148名)の11%、小児科医(44名)の11%、眼科医(39名)の38%、耳鼻科医(30名)の13%が、日常の診療でスパイクタイヤ粉じんの影響と考えられる患者を有しているとの回答がえられたという^{6)-a)-2)}。肺磁界測定装置による道路粉じん肺内沈着量の測定からは、仙台市の中心部以外に居住し、室内作業が多く、道路粉じんの影響が比較的少ないと思われる男女70人をコントロールとして、上肺野では12人の商店の従業員のうち7人、7人の道路清掃業者のうち3人、5人のバイク使用者のうち1

人、2人のくつ磨き業者のうち1人が異常値を示し、中肺野、下肺野においてもこれらの傾向が認められ、とくにこれらの人々が肺内に道路粉じんを比較的多量に蓄積している可能性が大きく、なかでもとくに道路清掃業者における異常値は、職業年数が多いほど大きい値を示したといわれている^{6)-a)-2)}。また、仙台市中心部にいるハト30羽と仙台市郊外のクリーンな地域のハト30羽から摘出した肺より、肺磁界を測定したところ有意に仙台市中心部のハトが多くの粉じんを吸入している可能性が示唆されている^{6)-a)-2)}。さらにこれらの粉じん中にはAl, Pb, Ti, Caなどが有意に多く、ラットにおいてもSi, Alが有意に多いことが示唆されている¹⁷⁾。

このように、全国の寒冷地をみた場合、内陸型で比較的降雨積雪量の少ない長野県下においては、中央道長野線の延長、高地トンネルの開通など高速道路整備等もあってとくに注目される場所である²³⁾。一例として捕集期間(秋期昭和58年11月14日～11月19日；冬期昭和59年2月20日～2月25日)に、ハイボリュームエアサンプラー法による浮遊粉じん、ダストジャー法による降下ばいじんの測定結果を示すと、3.8から9.1倍高い値であることなどが報告されており、昭和56年ごろより苦情とともに住民の関心が高まってきており、全国的にみても高いレベルにランクされている^{6)-b)-12), 23)}。

一方、スパイクタイヤそのものについては、国内タイヤメーカー七社よりスパイクタイヤの製造販売を1991年3月をもって全面的に中止する調停が成立し、これをうけて、現在環境庁においては近年中にスパイクタイヤの使用を規制する法制化を進めている状況であるが、今後もスパイクタイヤ粉塵関連については、継続した調査が望まれている。

我々も過去7年ほど粉塵関係については、長野県松本市周辺における調査・測定を継続してきているが、本稿では、スパイクタイヤ車道粉塵を降下型と浮遊型に区分して、化学成分や濃度の季節別変化と関連病院外来患者数などについて検討した内容を一部報告する。すなわち、道路堆積粉じん中元素(Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, Cu, Cd, Zn, Mn)を対象とし、降下ばいじんは松本市内60か所、隣接1村において実施した結果、昭和62年度冬期における同一期で約30倍の差が認められ、水抽出物からはF⁻, Cl⁻, Br⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻などが検出された。以下に調査・測定の概要をとりまとめる。①道路堆積粉塵中Zn, Mnは、場所や経日による変化があり、Al, S, Clは少ない傾向がうか

がえた。②関連病院内浮遊粉塵量は、冬期に高値の傾向であり、外気からの影響とともに床マットの効果が推定された。下足のままの一足制がとられているが、ビル管理法ビル内粉塵基準値0.15mg/m³をこえることはなかった。一方、調査期間中の外気粉塵量は0.06～0.12mg/m³の範囲内であった。③降下ばいじん調査は、松本市内60か所、隣接1村で行った。昭和62年12月よりの冬期間の最高値は、74.1t/km²/30日(国道254号より約300m東の温泉街主要道路直近2階ベランダ)で、最低値は、2.7t/km²/30日(国道143号より東約1200m主要道路より約200m離れた静かな住宅地2階ベランダ)の範囲内であった。両サンプルの水抽出液の陰イオンクロマトグラムからは、前者でNO₂⁻, Br⁻を含めてF⁻, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻などが検出されたが、NO₃⁻/SO₄²⁻の比は小さい点に特徴があり、後者でNO₃⁻/SO₄²⁻の比が逆に大であった。④関連病院外来患者の電算集計件数データ(内科系4科、小児科、眼科、耳鼻科を例とした)を解析した結果からは、冬期から春先に高いという傾向はいずれも認められなかった。⑤外来患者病名使用件数リスト(月別)により、呼吸器、眼、皮膚などの感染症及び炎症で病名の確定したもので、患者数が、10人/月以上、月間総病名使用件数の0.1%以上に相当する疾患のうち、6月から7月にかけて病名使用件数が急激に減少する疾患として感冒、急性上気道炎、急性気管支炎などのいわゆる風邪症候群であった。これまでにやってきている調査・測定事例を以下に列記する。

2. 調査・測定事例

2. 1 粉塵量と交通量についての子備的調査

昭和59年5月～8月と昭和60年12月にデジタル粉塵計を用いて環境大気中の粉塵量を調査した結果、0.06～0.10mg/m³で、冬期には交通量(とくにスパイクタイヤ装着)と関連していることが明らかになった。また、松本市内3か所の車道粉塵(堆積土壌)の金属分析の結果同一地点においても銅、亜鉛、マンガンは濃度変化のあることが推定された。

2. 1. 1 デジタル粉塵計

柴田化学製P-3型。重量濃度換算方式、平均粒径0.3μm ステアリン酸粒子による校正済。

2. 1. 2 車道粉塵(堆積土壌)中の金属分析

カドミウム、銅を中心として農林省令第47号昭和46年6月24日農用地土壌汚染対策地域の指定要件に係わ

寒冷地冬季スパイクタイヤ車道粉塵の健康影響

るカドミウム量の検定の方法を定める省令、総理府令第65、66号昭和47年10月27日農用地土壌汚染対策地域の指定要件に係わる銅の量の検定の方法を定める総理府令に従った。装置はパーキンエルマー社製原子吸光分光光度計4000型を用いて測定し、あわせて亜鉛、マンガンの測定を参考に行った。また、蛍光X線分析は、理学電機製ガイガーフレックス KG-3 型を使用

した。

2. 1. 3 デジタル粉塵計による粉塵量と交通量調査結果

昭和59年5月～8月に測定した結果を Table 1 に、Table 2 には昭和60年12月の測定結果を示した。

Table 1 Particle matter concentration with a digital dust meter (Shibata P3 type)
May to Aug. 1984, mg/m³

a cafeteria	0.12	a entertainment hall	0.48
a coffee shop	0.07	a sickroom	0.07
a lecture room	0.07	a waiting room	0.11
a crossing	0.08	Agata's forest	0.06
a supermarket	0.06		

Table 2 Particle matter concentration vs traffic
21th, Dec., 1985, 12:00

	Particle	mg/m ³	Traffic/10 min.
Genkogi's ground	0.03		
a laboratory room	0.01		
Komakusa dormitory	0.04		148
Motomachi car school	0.06		215
a civil community hall	0.04		168
Nagisa Royal Host	0.06		228
23th, Dec., 1985 Motomachi car school			
	Particle	mg/m ³	Traffic/10 min.
8:00 ^{am}	0.09		195
10:00	0.07		113
12:00	0.09		141
3:00 ^{pm}	0.10		185
6:00	0.08		183

Table 1, 2 から明らかなように、人の集まる場所において粉塵量が多い傾向にあり、また、粉塵量は交通量とほぼ比例していることがうかがえた。とくに、冬期（1～3月はじめ）には80～90%のスパイクタイヤ装着率（昭和60年度版長野県環境白書；昭和58年度松本市公害関係調査結果等報告書）であったことから注目される。

しかしながら、本デジタル粉塵計では、粒度別の

測定が行えないこともあって、これらの数値から直ちに大気汚染の環境基準との比較、あるいは他の文献上の測定結果と比較することはできない。

2. 1. 4 車道粉塵（堆積土壌）中の金属分析
表層数mmまでの車道粉塵（堆積土壌）約500gを採取し、原子吸光による測定結果を Fig. 1 に、試料採取場所を Table 3 に示した。

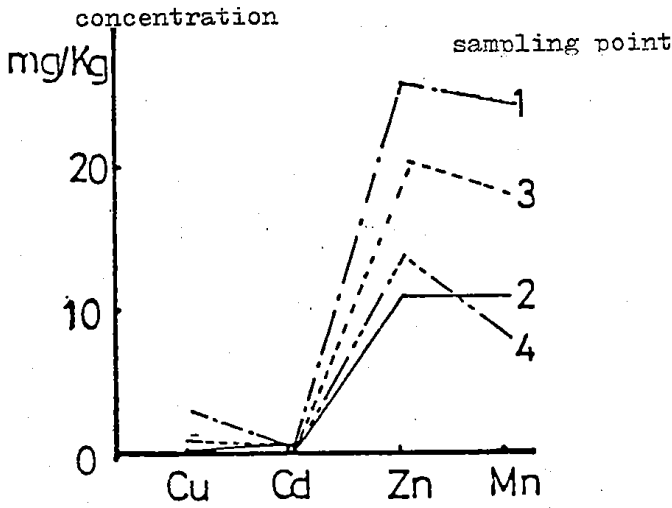


Fig.1-1 Analytical data for automobile accumulated dust

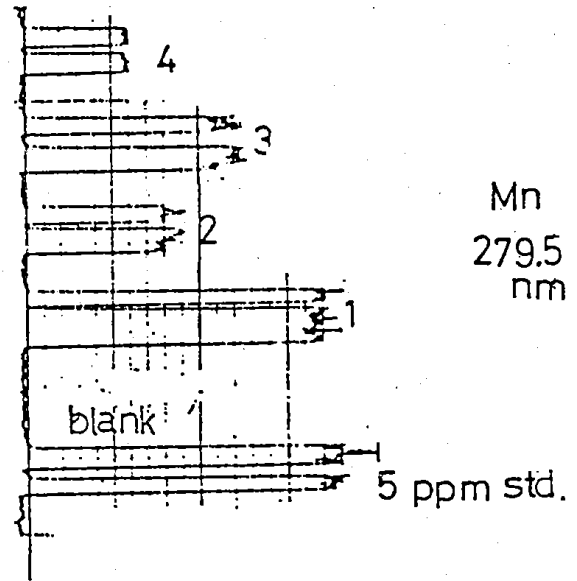


Fig.1-2 Analytical chart for Mn in automobile accumulated dust Perkin Elmer 4000 atomic absorption spectrophotometer

Table 3 Sampling point for automobile accumulated dust

No.	Date	
1. Komakusa dormitory	25th, Dec., 1985	1:30 ^{pm}
2. a civil community hall	25th, Dec., 1985	1:50
3. Motomachi car school	23th, Dec., 1985	12:00
4. Motomachi car school	25th, Dec., 1985	12:10

蛍光X線分析結果を Fig. 2 に示した。

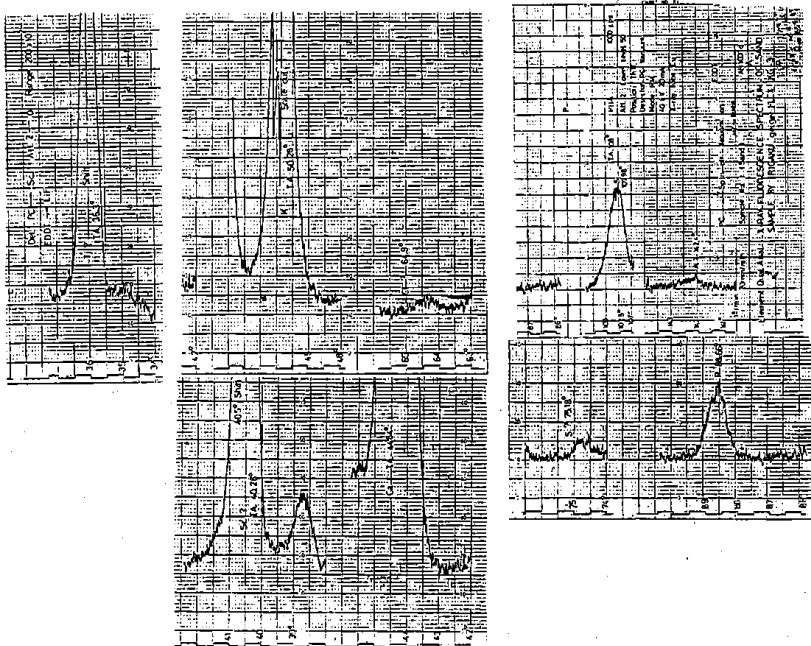


Fig.2 X-ray fluorescence spectrum of automobile accumulated dust Sample No. 4 Rigaku geiger Flex KG3 Detector PC vacuum Mode R. M. 40 kv 20mA X-ray tube Cu

Fig. 1, 2 の結果から明らかなように、道路堆積粉塵中 Zn, Mn, は場所や経日による変化があり、Al, S, C は少ない傾向がうかがえた。しかしながらいずれも長野県衛生公害研究所(調査研究報告113号、昭和48年9月)の長野県下土壤中重金属分析値の範囲内にあった。

2. 2 室内浮遊粉塵濃度の季節変化についての調査

下足のままの一足制が解禁された前後における関連病院内の浮遊粉塵を通年的に調査した結果、冬期に高い傾向が推定された。スパイクタイヤ粉塵、マットの使用効果(除塵、発塵防止)による粉塵量の変化などが考えられた。Fig. 3には、昭和61年4月22日(火)~26日(土)午前10時から11時にわたってデジタル粉塵計(前出2.1.1)により測定した粉塵濃度の各地点での日変化を示した。

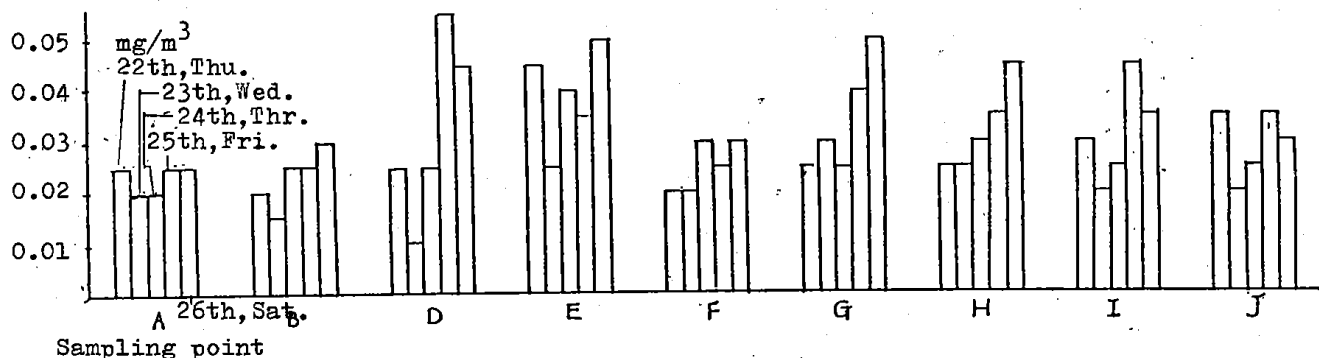


Fig.3 Particle matter concentration of 22th (Thu.) to 26th (Sat.) in April, 1986 in a hospital 10:00to 11:00am

A、B、F地点は日変化が少なく、D、Eは人通りの多い地点で高かった。

Fig. 4, 5には、下足解禁前後の粉塵濃度の変化を示した。

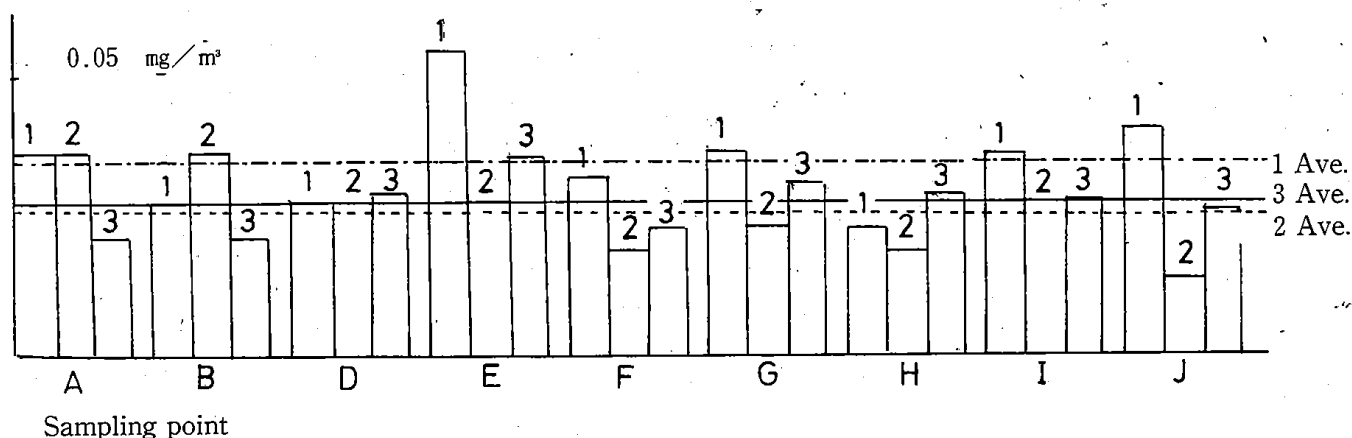
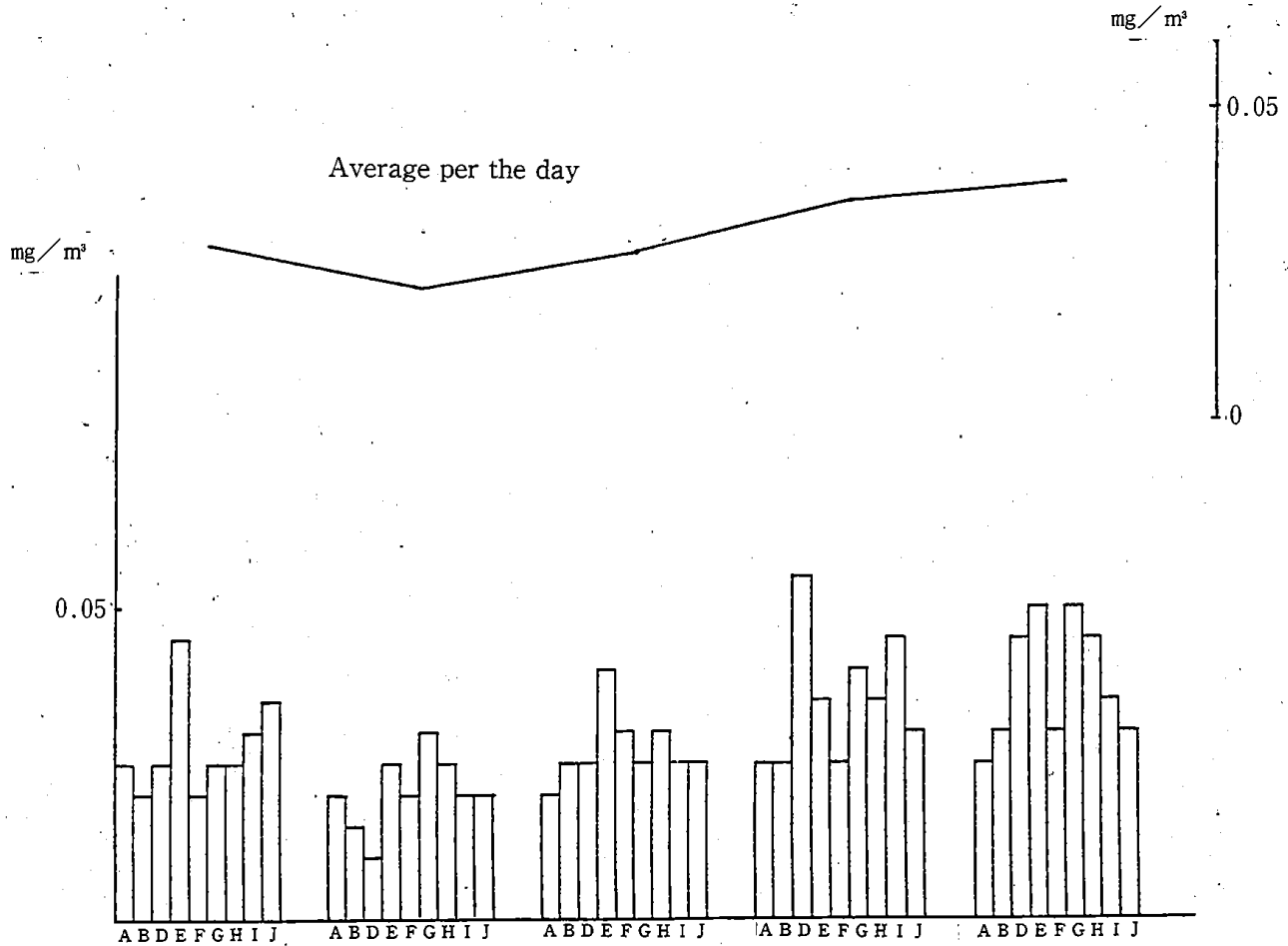


Fig.4 Particle matter concentration of before and after footgear permission in a hospital



Sampling point

22th, Thu. 23th, Wed. 24th, Thr. 25th, Fri. 26th, Sat.

Fig.5 Particle matter concentration of 22th, Thu. to 26th Sat. in April, 1986 in a hospital

また、病院内とその周辺のデジタル粉塵計による粉塵濃度、気温、気湿、Katha 寒暖計の値を Table 4 に示した。ここでは、喫煙による粉塵濃度への影響が

顕著であることが示されるとともに、病院玄関前、玄関マット上、手術部内廊下など粉塵量が低値であることがわかった。

Table 4 Particle matter concentration, temperature, humidity, Katha temperature in a hospital and environment

9th, May, 1986							
Sampling point	Time	Particle* mg/m ³	Temp.		Hum.	Katha	
Hospital			Dry	Wet			
Smoking room	2:30 to 2:45 ^{pm}	0.02	24.0°	15.0°	33.0 %	103	
before smoking							
after smoking		0.25					
a bus stop	2:48 to 2:51	0.06	29.5	16.0	55.0	148	
a gate	2:52 to 2:55	0.01	27.0	17.0	32.0	39	
on the mat	2:56 to 2:59	0.02	27.0	16.5	35.0	67	
a passage	3:11 to 3:14	0.02	26.0	15.5	30.0	103	

* Average of 3 times

A、B、E、F、G、I、Jはいずれも解禁後に粉塵量が減少する傾向にあり、Dはほとんど変化がなく、Hはやや増加した。地点E、F、G、I、Jのようにグラフ①（1月期）で最高、グラフ②（6月期）で最低、グラフ③（4月期）で再び上昇するが、グラフ①をこえることがないことは注目される。

このことは、1月期に衣服などから出るほこりや戸外のスパイクタイヤ粉塵の寄与の可能性が大と考えられる。これらの背景には、当然のことながら、下足解禁に伴うマットの使用効果による粉塵濃度の変化も考慮しなければならないところである。

また、外気の粉塵濃度は、 $0.06\sim 0.12\text{mg}/\text{m}^3$ で、調査データ全体をみてもビル管理法ビル内粉塵基準値 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ をこえる値は本例からは記録されなかった。

2. 3 昭和62年度冬期降下ばいじん調査と関連病院外来患者電算集計と病名使用件数リスト調査

降下ばいじんの調査法は、「スパイクタイヤによる浮遊粉じん中の各成分濃度等測定方法指針（昭和58年12月）環境庁大気保全局」に従った。降下ばいじん溶解性物質のうち陰イオンは、イオンクロマトグラフ（Dionex QiC）を用いて測定した。関連病院外来患者の電算集計は、日本語病名マスターリスト（WHO国際版日本語名疾病障害及び死因統計分類）にもとづき、IDカードによる外来患者病名使用件数リスト（月別、科別、地域別、市町村別、年齢別）を使用した。

昭和62年12月期（S. 62. 12~63. 1）の調査地点61か所の降下ばいじん最高値は、 $74.1\text{ t}/\text{km}^2/30\text{日}$ （No. 91）（Fig. 6 イオンクロマトグラム（A）、最低値は $2.7\text{ t}/\text{km}^2/30\text{日}$ （No. 61）（Fig. 6 イオンクロマトグラム（B）であった。両方の降下ばいじんの脱イオン水抽出溶液の陰イオンクロマトグラムを Fig. 6 に示した。前者では NO_2^- 、 Br^- を含めて F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} などが検出されたが $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ の比は0.21と小さい点に特徴があり、後者で $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ の比が0.68と逆に大であった。試料採取期間はいずれも昭和62年12月1日より昭和63年1月4日までであった。

昭和62年度の関連病院外来患者の電算集計件数データを（内科系4科、小児科、眼科、耳鼻科を例とした）を Fig. 7 に示した。

Fig. 7 からは、冬期から春先に高いという傾向はいずれのデータからも認められなかった。

Fig. 8 には、昭和62年の関連病院患者病名使用件数リスト（月別）により、呼吸器、眼、皮膚などの感染症及び炎症で病名の確定したもので、患者数が、10人/月以上の月間総病名使用件数の0.1%以上に相当す

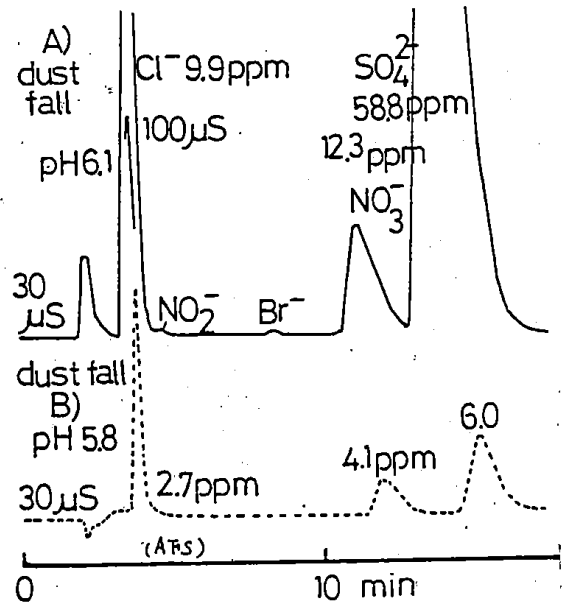


Fig.6 Typical anion chromatograms of extracts (10 ml deionized water-3 times) of dust fall
Dionex-QiC HPIC-AG4 + AS4 ; $2\text{mMNaHCO}_3 + 1.6\text{mM Na}_2\text{CO}_3$ 1.5 ml/min
A) No. 91 $74.1\text{ t}/\text{km}^2/30\text{ d}$.
B) No. 61 $2.7\text{ t}/\text{km}^2/30\text{ d}$.

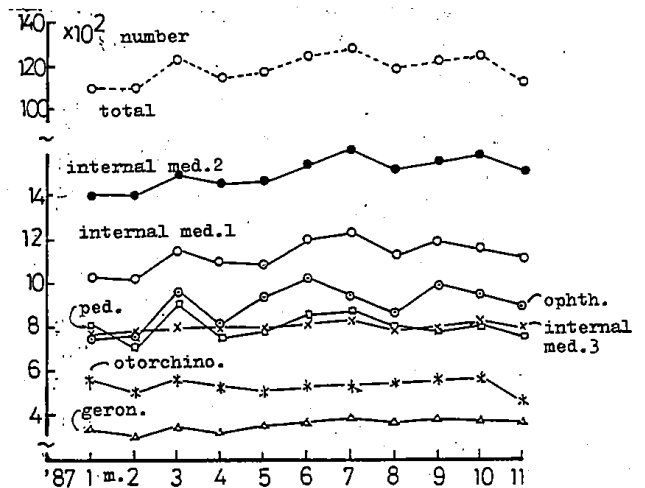


Fig.7 Plots of outpatients number with ID cards (Matsumoto area)

る疾患のうち、6月から7月にかけて病名件数が激減するのはいわゆる風邪症候群（感冒、急性上気道炎、急性気管支炎など）であった。ここには、スパイクタイヤ装着率および松本駅前の降下ばいじん量（昭和62年度松本市公害関係調査結果等報告書より引用）を図中にプロットしたものを示した。

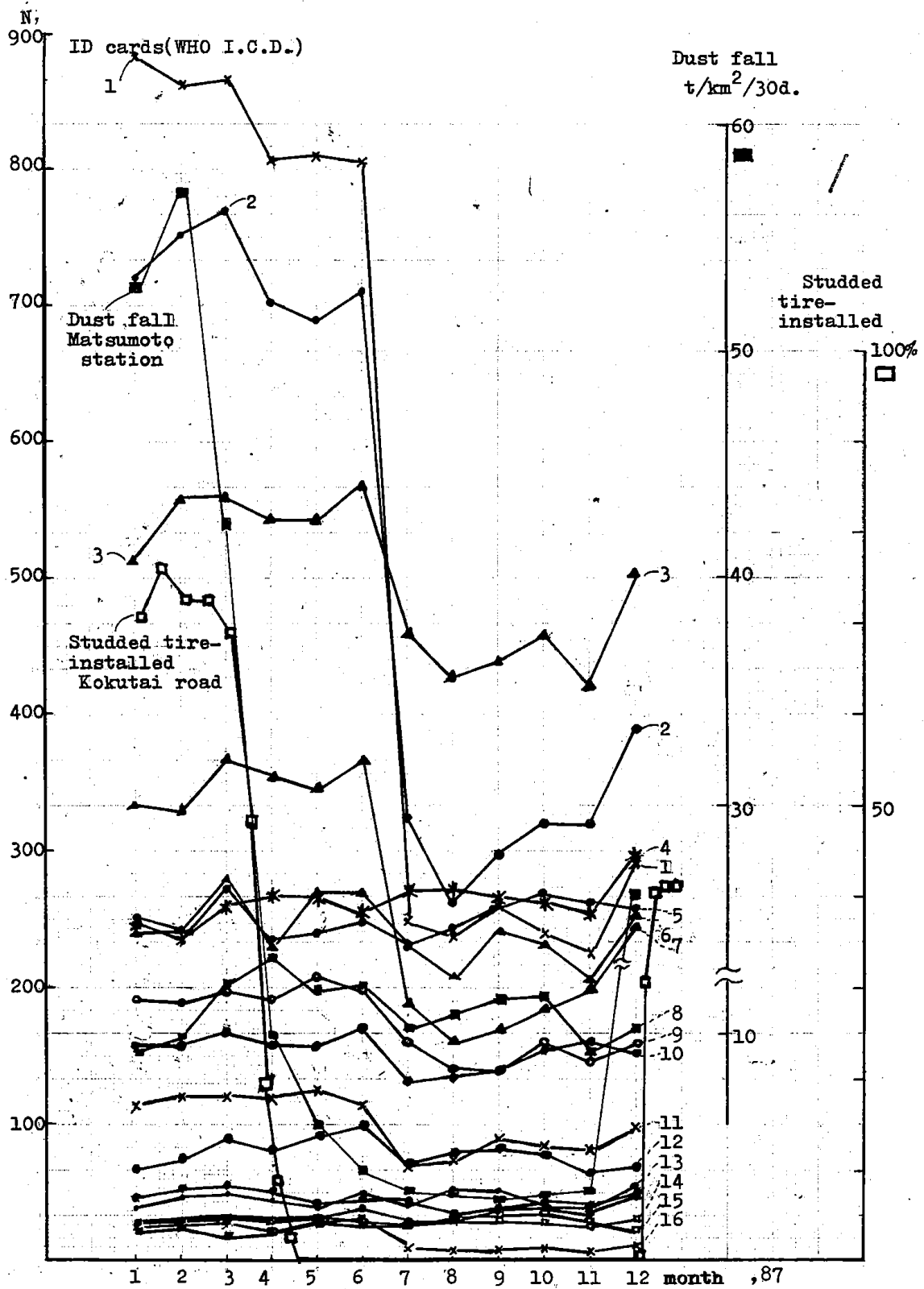


Fig.8 Plots of outpatients I. C. D. with ID cards, dust fall and studded tire-installed

1. cold ; 2. acute upper respiratory tract inflammation ; 3. eczema ; 4. chronic bronchitis ; 5. bronchial asthma ; 6. conjunctivitis ; 7. acute bronchitis ; 8. allergic rhinitis ; 9. pneumonia ; 10. plumonary tuberculosis ; 11. bronchitis ; 12. allergic conjunctivitis ; 13. chronic conjunctivitis ; 14. chronic pharyngitis ; 15. sorethroat ; 16. acute tracheitis

スパイクタイヤの装着率は12月から上昇しはじめて、1～3月には70～80%に達している。3月中旬から装着率は減少しはじめ、4月下旬には、ほぼゼロになっている。これに合わせて月毎の降下ばいじん量も増減する傾向を示した。すなわち、低値を示していた降下ばいじん量は、12月に増加し、1～3月に夏期の3.2～4.4倍になっている。降下ばいじん量は2月にピークを示し、3月にはスパイクタイヤの装着率低下から減少しはじめる。スパイクタイヤの装着は5月には完全になくなるようであるが、降下ばいじんが低値に安定するのは、やや遅れて7月にまで入ってからのものである。

一方、IDカード病名使用件数では6月から7月にかけて病名使用件数が急激に減少する疾病がある。これらは、感冒、急性上気道炎、急性気管支炎などのいわゆる風邪症候群である。Fig. 8 からみると12月から1月にかけて増加の傾向を示していることがうかがえる。

湿疹もこれに似た増減傾向がうかがえたが、その他の疾患には、特に顕著な季節変化は認められなかった。

スパイクタイヤによる車道粉塵の増加による人体への健康影響として、慢性気管支炎、じん肺が推定されているが、今回の調査では、じん肺の病名使用件数は10回/月以下で特に着目される疾患とはならず、慢性気管支炎もその病名使用件数に大きな変化を示していない。{なお、昭和62年のじん肺の病名使用件数実数は、1月から順に1、1、1、7、8、3、6、7、3、8、5、4であった。この多くは職業性のじん肺で、定期的な通院の患者と考えられる。しかしながらこの中には、ばいじんの増加によって憎悪した症例の存在する可能性も考えられるが、現状では判断できない}。今回の調査は、昭和62年度のものであり、慢性疾患数の変化を観察するにはあまりにも短期間である。今後、長期間にわたる観察を継続する必要があることがさらに強調されなければならない。

3. おわりに

スパイクタイヤメーカーの自主規制により、スパイクタイヤの製造は中止され、法制化の準備も進められているが、寒冷地においては、今後少なくとも5年間以上にわたるスパイクタイヤ車道粉塵の環境および健康影響に関する継続的な研究が望まれる。測定地点の広域化とともに多地点同時調査によって、粉塵の粒径別、化学成分、濃度分布と変化を詳細に解明することともに、降下型、浮遊型粉じんのいずれにおいても、水溶性成分(約10%)脱離後のまきあげ残留粉塵の調査も加える必要がある。

今回の調査研究からは風邪症候群をのぞいて明確にならなかったが、今回リストアップされた疾患の病名使用件数が今後どのように変化、移行するかについて注意深い観察を継続することにより、スパイクタイヤ車道粉塵の環境と健康にどのような長期的影響を与えていくのかが明らかにされていくものと考えられる。前述のように、現在じん肺症の患者数は少ないと考えられるが、じん肺症は、じん肺の原因因子に暴露中断後、数年後においても突然発症する場合があるので、とくに注目して追跡調査する必要がある。

終わりに本研究の調査・測定には、多くの関係各位のご指導とご高配、ご協力をいただいた、以下に列記して謝意を表す。環境庁大気保全局特殊公害課課長補佐山村 充博士、同自動車公害課主査福田祐典医師、長野県衛生公害研究所大気部広沢伊一郎先生、松本市役所公害対策課担当各位、並びに信州大学医学部前学部長元付属病院長(麻酔・蘇生学講座教授)清野誠一先生、同医療情報室長(内科学第三講座教授)柳沢信夫先生はじめ関係担当各位に、またフィールドワークの調査に協力された、医学部学生昭和60年度学I第10班、昭和61年度学III C班、昭和62年度学I、昭和63年度学III 9班をはじめ多くの学生諸君の協力に対しても深謝する。本研究の調査・測定に要した経費の一部は、昭和62年度信州大学特定研究(代表者村山忍三医学部衛生学講座主任教授)経費によった。記して謝意を表す。

引用文献

- 1) 矢部勝昌：積雪寒冷地における車粉じんの問題。ぶんせき，1983-3，214-215.
- 1)-a) Cadle, S. H., Williams, R. L. : Gas and particle emissions from automobile tires in laboratory and field studies. J. Air Pollut. Control Assoc., 28, 502-507 (1978).
- 1)-b) Rohl, A. N., Langer, A. M., and I. J. Selikoff : Environmental asbestos pollution related to use of quarried serpentine rock. Science, 196, 1319-1322 (1977).

- 2) 高橋陽子ほか：仙台市におけるスパイクタイヤの環境に及ぼす影響調査 (I) - 大気汚染との関連について。第23回大気汚染学会講演要旨集, P-186 (1983).
- 3) 高橋陽子ほか：同 - (II) - 道路粉じんの分析結果と解析。同上, P. 187.
- 4) 高田敏夫：坪井 弘, 水木徹生, 市川修三, 高杉信男：札幌市におけるスパイクタイヤによる道路粉じんの実態調査について (第1報)。同上, P. 188.
- 5) 木村敦彦：スパイクタイヤ問題の現状と対策。公害と対策, 20, 222-227 (1984).
- 6) 公害と対策, 20, 1143 - 1270 (1984).
 - a) より清浄な道路環境のために - 「沿道環境とスパイクタイヤ」特集号
 - 1) 加藤秀平：スパイクタイヤ問題にみる沿道環境の現状と対策。 pp. 1143 - 1150.
 - 2) 滝島 任, 中村雅夫：道路粉じんの解析と人体に対する影響。 pp. 1151 - 1157.
 - 3) 湯山芳夫：スパイクタイヤによる道路損傷の実態と対策。 pp. 1158 - 1162.
 - 4) 多湖 令：自動車交通の安全性の確保と沿道環境保全への方途。 pp. 1163 - 1166.
 - 5) 林 宏：スパイクタイヤによる道路損耗 (粉じん) 軽減対策の技術的動向。 pp. 1167 - 1175.
 - 6) 久保 宏：海外におけるスパイクタイヤ問題とその対策。 pp. 1176 - 1179.
 - b) 「地域別スパイクタイヤ対策の実際」- 特集
 - 7) 小笠原義章：札幌市。 pp. 1180 - 1183.
 - 8) 西川裕敏：青森県。 pp. 1184 - 1186.
 - 9) 片岡 実：秋田県。 pp. 1187 - 1189.
 - 10) 仲田忠二：宮城県。 pp. 1190 - 1192.
 - 11) 新潟県生活環境部公害規制課新潟県土木部道路維持課：新潟県。 pp. 1193 - 1196.
 - 12) 山岸敬於：長野県。 pp. 1197 - 1199.
 - 13) 隅谷 護：石川県。 pp. 1200 - 1203.
 - 14) 宮本 勲：富山県。 pp. 1204 - 1206.
- 7) 玉川勝美, 高橋陽子, 三島靖子, 関 敏彦, 角田 行：仙台市における道路堆積土砂の変異原性とベンゾ (α) ピレン含有量スパイクタイヤ粉塵の影響。衛生化学, 31, 329 - 333 (1985).
- 8) 北島永一, 谷中隆明：ゲル浸透高速液体クロマトグラフ法によるアスファルト舗装道路から発生する粉じん中アスファルトの定量。大気汚染学会誌, 20, 378 - 383 (1985).
- 9) 北島永一, 谷中隆明, 丸山隆雄, 黒崎裕人：新潟市における道路粉じん中のアスファルト。同誌, pp. 438-443.
- 10) 加藤拓紀：スパイクタイヤ粉じん公害の現状。ふんせき, 1985-3, 193 - 195.
- 10) - a) 平田 衛：EPMA による微粒子の組成分析。空気清浄, 24(3), 31 - 44 (1986).
- 11) 黒崎裕人, 北嶋永一, 丸山隆雄, 谷中隆明：新潟市における道路近傍大気中のタイヤトレッド摩耗粉じん。大気汚染学会誌, 21, 60 - 66 (1986).
- 12) 佐藤夫二男, 山田秀樹, 今野和彦, 高橋陽子, 関 敏彦, 角田 行：スパイクタイヤによる道路粉じんの実態調査 - 仙台市における道路粉じんの発生と気象との関係。公害と対策, 22, 143 - 150 (1986).
- 13) 広木栄二, 鈴木良和, 窪田 大, 後藤藤太郎：形状記憶合金を使用した低公害スパイクタイヤ。ドラム型走行試験機による試験。産業公害, 22, 105 - 109 (1986).
- 14) 今野和彦, 山田秀樹, 佐藤夫二男, 相原良之, 関 敏彦, 角田 行：スパイクタイヤによる大気汚染と道路粉じんの実態調査 - 融雪剤散布に伴う植樹帯への影響。公害と対策, 23, 154 - 158 (1987).
- 15) 下原孝章, 宇都宮 彬, 岩本真二, 今 武純, 武藤博昭：走査 - 分析型電子顕微鏡によるスパイクタイヤ粉じんの分析。大気汚染学会誌, 22, 269 - 277 (1987).
- 16) 田中 茂, 佐藤宗一, 野上祐作, 興嶺清志, 松本和子, 合志陽一, 橋本芳一：蛍光X線分析による大気粉塵中の重金属元素の測定法標準化の検討。大気汚染学会誌, 22, 301 - 309 (1987).
- 17) 池田正之：スパイクタイヤ粉塵による健康影響。トキシコロジーフォーラム, 11, 170 - 181 (1988).
- 18) 小谷 誠：電磁図。ふんせき, 1988 - 10, 782 - 783.

寒冷地冬季スパイクタイヤ車道粉塵の健康影響

- 19) 玉川勝美, 相原良之, 高橋陽子, 関 敏彦: 大気浮遊粉塵の変異原性の季節変動—スパイクタイヤによるアスファルト粉塵の影響. 大気汚染学会誌, 23, 143 - 150 (1988).
- 20) 下原孝章, 宇都宮 彬, 岩本眞二: 走査—分析型電子顕微鏡を用いた発生源粉じんの指標化および環境粉じん評価の試み. 大気汚染学会誌, 24, 100 - 111 (1989).
- 21) S. Ohyama, A. Tanaka, A. Hisanaga and N. Ishinishi: Chronic toxicity tests of road dust which was produced by studded tires and intratracheally instilled into hamsters. J. Japan Soc. Air Pollut., 24, 270 - 275 (1989).
- 22) 劉 国林, 尾張真則, 迫 雄二, 江川 一, 鈴木周一, 二瓶好正: X線マイクロアナライザーによる都市浮遊粒子状物質の起源解析. 分析化学, 38, 515 - 521 (1989).
- 23) — a) 長野県環境白書 昭和58年版—平成元年版.
— b) 松本市公害関係調査結果等報告書 昭和58年度—昭和62年度.
— c) 長野県長野高等学校3年8組「すぐ粉塵, すぐく粉塵, スパイクタイヤ粉塵の研究」第38回全鶏祭個展発表 (昭和62年2月).
- 24) 本研究に関係した, 自験学会発表等および報告書等を以下に記す.
— a) 堀内信良, 前島信也, 蒔田雄一郎, 牧野孝安, 増沢秀幸, 松崎 栄, 松下 卓, 松本 孝, 丸田福門, 水沢弘哉, 二木安之, 小山 裕, 村山忍三: 松本市における粉塵量と交通量についての予備的研究. 第22回日本交通科学協議会総会講演集, pp. 169-170 (1986. 松本市).
— b) 二木安之, 村山忍三: 室内浮遊粉塵の濃度及び組成に及ぼす環境条件の影響—とくに季節変動に関する—考察, 第18回中部化学関係学協会支部連合秋季大会講演予稿集, p. 543 (1987. 長野市).
— c) 星加安之, 村山忍三: 寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵の環境および健康影響に関する研究. 第58回日本衛生学会総会講演集日衛誌, 43, (1)452 (1988. 岡山市).
— d) 堀内信良, 前島信也, 蒔田雄一郎, 牧野孝安, 増沢秀幸, 松崎 栄, 松下 卓, 松本隆一, 丸田福門, 水沢弘哉: 松本市における粉じんと交通量. 昭和60年度学I衛生学—環境保健学フィールドワーク第10班報告書.
— e) 奥 格, 勝野 哲, 香取秀幸, 金井 誠, 金子和彦, 唐木田 修, 菊地 嘉, 久原章雄, 久保仁美: 信州大学病院内における浮遊粉塵の測定. 昭和61年度学III社会医学実習 (衛生学教室担当分) C班報告書.
— f) 笠間 進, 相原 剛, 勝又純俊: 環境アセスメントへの参加—寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉じんの環境及び健康影響調査について. 昭和63年度学III社会医学実習 (衛生学教室担当分) 9班報告書.