

一般居住環境における浮遊粒子の研究

Study of the Airborne Dust in a Dwelling House

9730114 齋藤 美奈

SAITO MINA

指導教官 田中 辰明

TANAKA TATUAKI

1. はじめに

粉塵は生活と共に発生する。生産活動に連携するクリーンルームでの粉塵については多くの研究が行われているが、一般居住環境における粉塵についての研究は少ない。本研究では、家庭内での粉塵発生に関し生活実態を調査すると共に、継続的に測定できる浮遊微粒子測定装置を用いて粒径別に粉塵発生の実態把握を行った。また、近年住宅の高気密・高断熱化が進み、それと共に空気が室内にこもることによって発症するアレルギー性疾患に悩む人が増加している。それに伴い普及してきている空気清浄器が、実際の粉塵減少に効果があるか否かについても調査した。

2. 粉塵について

一般的に粉塵は数 $100\mu\text{m}$ 以下の浮遊性固体と定常気圧の液体粒子から成り立っている。一口に粉塵といってもほとんど無限の種類と大きさの物質を含んでいるため、それらの主対象範囲、総合評価と対策は極めて複雑なものがある。

粉塵は人の眼、皮膚、粘膜、に影響を与えるが、最も問題とされているのは呼吸器への影響である。粒子の大きさやその性質によって上気道や気腔に沈着し、場合によっては呼吸器疾患を引き起こす。症状として気管支炎、喘息などが挙げられるが、一般居住環境においてそれ程高い汚染レベルに達し、長時間続くことは少ない。

環境基準としては、ビル衛生管理法で「 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以下」とされている。

3. 測定方法

一般の住居を対象として浮遊粉塵を測定し、在室者の挙動によってどれだけの粉塵が発生し、それらがどのような性質を持っているか調査する。

粉塵の測定には「浮遊微粒子測定装置 グリムダストモニター」(GRIMM LABOTECHNIK)を使用した。これは一般家庭からクリーンルームまで幅広く使用できるデジタル粉塵計で、小型で分布数量をリアルタイムに継続して表示できることが特徴である。これによって本研究の一般住居内における粉塵測定が容易に可能となった。また、菌類の採取には遠心衝突法による空中浮遊菌測定装置「RCS High Flow Air Sampler」(Biotest)を使用した。

4. 測定結果と考察

Fig.1 に都内鉄筋コンクリート造住宅を対象とした室内における一日の浮遊粉塵の変化について、粒

径 $1.0\sim 3.5\mu\text{m}$ の粉塵の様子をグラフに示す。

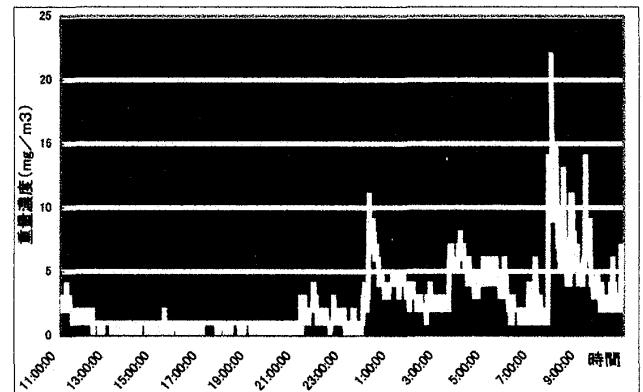


Fig.1 粉塵 ($1.0\sim 3.5\mu\text{m}$) の一日変化の様子

0時の布団をひく作業、翌日7時の布団をあげる作業では大幅に濃度が増加し、その間の就寝中にも室内の粉塵濃度は変化し続けていることが分かる。在室者のない状態であった12時から21時の間でも粉塵の濃度には変化がある。この状態での粉塵濃度変化についてさらに詳しく知るために、一定時間の測定値を粒径毎に比較し、どのような動きをしているかを調べると共に、季節における違いについても検討した。

Table1 粒径別粉塵濃度の変化

季節		$0.75\sim 1.0\mu\text{m}$	$1.0\sim 2.0\mu\text{m}$	$2.0\sim 3.5\mu\text{m}$	$3.5\sim 5.0\mu\text{m}$	$5.0\sim 7.5\mu\text{m}$
夏	平均濃度 N	1188	487	178	41	15
	標準偏差 σ	74	31	22	9	5
	分散 s	5523	961	491	80	25
	変動係数 V_c	6	6	12	22	34
冬	平均濃度 N	1260	435	184	58	29
	標準偏差 σ	79	61	49	24	17
	分散 s	6203	3746	2441	600	306
	変動係数 V_c	6	14	27	42	61

同じ住宅を対象として夏期(9月)と冬期(1月)における室内浮遊粉塵を測定した。退室による粉塵量の影響が無くなったと見られる時点から1時間の測定結果を用いて、各粒径における粉塵の変動を Table1 にまとめた。大粒径の粉塵の変動係数が大きく、特に冬期における値は著しい。平均濃度は測定までの室内の使用状況等により多少異なるが、夏より冬の粉塵濃度が若干高いという結果が得られた。乾燥している室内では静電気が起こることが知られているが、冬期における発塵量にこの静電気の影響があり得る。また、測定前の在室者の衣類との関係

も要因の一つに考えられる。

現在、アレルギー問題との関連で普及しつつある空気清浄器の効果について、粉塵の除去能より判断し、真菌・細菌が空気清浄器によってどのような変化を示すか調査する。測定は1月都内鉄筋コンクリート造住宅を対象として行った。

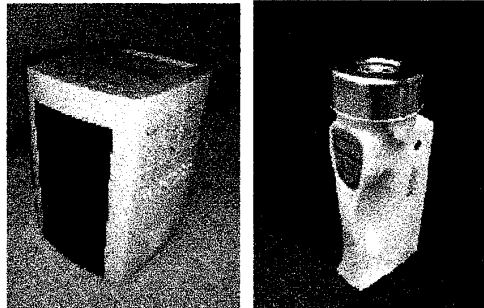


Photo1 使用した空気清浄器と RCS 式エアサンプラー

Fig.2、Fig.3 に汚染物質を発生させ、空気清浄器を作動させた状態(測定 I)と作動させない状態(測定 II)における粉塵の様子についてのグラフを示す。

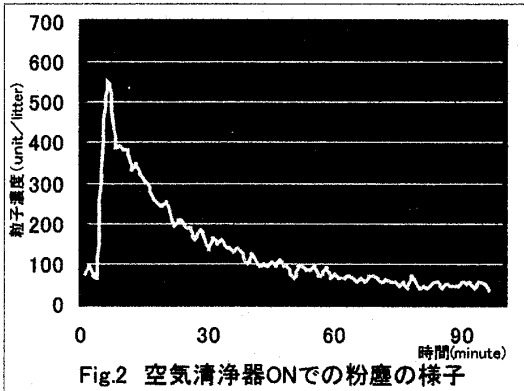


Fig.2 空気清浄器ONでの粉塵の様子

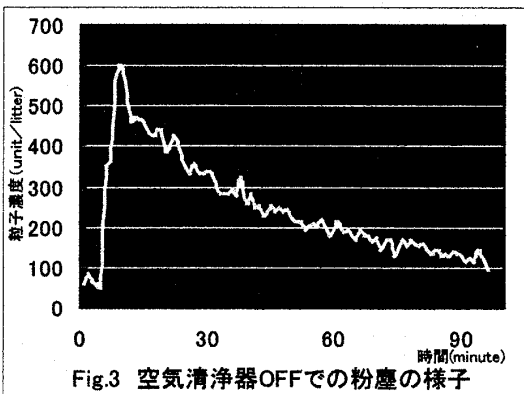


Fig.3 空気清浄器OFFでの粉塵の様子

空気清浄器を作動させた場合、自然沈降の 1/3 の時間で粉塵の量が汚染発生前の値に戻ることがわかる。これによって、今回使用した空気清浄器は粉塵除去能力があるといえる。この空気清浄器を使用して粉塵と真菌や細菌の発生・除去の様子にどのような関係があるかを調査した。粉塵計の測定を始めた時間をはじめ、汚染物質を発生させた時間を 0 分とし、それ以降 30 分毎に粉塵と真菌、細菌を採取し各条件のもと培養した後計数した結果を Table 2 に示す。菌類の採取には RCS 式エアサンプラーを

用い、培地はそれぞれ SDX・TSM を使用した。

Table 2 空気清浄器による粉塵・真菌・細菌の減少

清浄器		はじめ	0分	30分	60分	90分
ON	粉塵	74	333	128	65	35
	真菌	219	275	169	75	44
	細菌	175	197	125	50	41
OFF	粉塵	61	354	291	196	95
	真菌	88	100	106	63	63
	細菌	138	138	78	56	50

(単位: 粉塵量は unit/litter、真菌・細菌は CFU/m³)

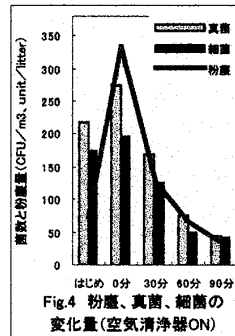


Fig.4 粉塵、真菌、細菌の変化量(空気清浄器ON)

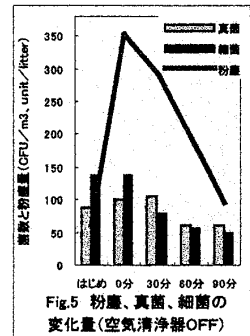


Fig.5 粉塵、真菌、細菌の変化量(空気清浄器OFF)

Table2、Fig.4、Fig.5 より、粉塵量のように明確には真菌、細菌量の減少が見られなかった。しかし 90 分放置した後の測定値が測定 II において 1/2 にも減少していないのに対し、はじめの真菌量が多かった測定 I では 1/4 以下に減少している。粉塵量ほどではないが、真菌については空気清浄器の効果があったといえる。今回の場合、測定 I の数時間後に測定 II を行ったため、全体的に測定 II の真菌、細菌量が少ないという結果になった可能性がある。

5. まとめ

普段目に見えないためにそれを“汚染物質”として認識することのなかった浮遊粉塵について、実際に我々の生活や行動によってどのように変化しているのかが分かった。粉塵発生についてあまり神経質になる必要はないが、空気清浄器の除去効果に頼り過ぎるも問題である。精神的安定を空気清浄機に求めるといった側面も認められないとはいえないが、基本的低減対策である換気を怠らないことが大切である。換気的重要性を強く感じたが、データという形で示すことによってその重要性を訴える手段の一つとなった。

【謝辞】本研究にあたり、貴重なご助言を頂きました日本空気清浄協会 大竹信義氏、また「浮遊微粒子測定装置 グリムダストモニター」を貸与して下さった(株)ゲンゼ産業に深く感謝いたします。

【参考文献】1) 日本空気清浄協会「室内空気清浄便覧」オーム社(2000) 2) 入江建久「浮遊粉塵と生体影響」空気調和・衛生工学第72巻 第5号(1998) 3) 津嘉山典子「住環境における VOC 室内空気汚染に関する研究」お茶の水女子大学平成9年度修士論文