

家屋の白蟻防除処理によるクロルデン類の 都市大気及び家屋内空気汚染

Indoor and Outdoor Air Pollutions by Chlordanes used for Termite Treatment

鈴木	茂	Shigeru	SUZUKI
永野	敏	Satoshi	NAGANO
佐藤	静雄	Shizuo	SATOH

1 はじめに

クロルデンは生物濃縮性の高い発ガン性物質で、これまでに環境庁などの調査で魚介類から高濃度で検出されている。^{1~5)}

クロルデンは1940年代にはじめて合成された有機塩素系殺虫剤で、1960年代までは農薬として使用されてきた。わが国では、家屋、木材などの白蟻防除剤として昭和40年代後期からその需要が急速に高まり、とくに白蟻防除剤として需要の大きかったディルドリンが特定化学物質に指定された昭和56年以後、年間輸入量は2000トン前後におよび、昭和61年度まで多量に使用されてきた。⁶⁾ クロルデンは昭和61年9月に特定化学物質に指定され、翌昭和62年4月以降使用されないことになったが、在庫分の使用規制はなく、また長期間残留するため、とくに家屋内でのヒトへの暴露が懸念された。ちなみに家屋一戸あたりのクロルデン使用量は数キログラムに及ぶが、クロルデンはネズミによる経口投与試験で体重1キログラムあたり毎日数ミリグラムで発ガン性が確認されている。

しかし空気中のクロルデンの測定結果はきわめて少なく、米国での調査例が数件ある程度^{7~10)}で、わが国ではほとんど皆無であった。

公害研究所では昭和60年度の環境庁委託業務として大気中のクロルデンの分析方法を開発したが、上記のようなクロルデンの使用状況に鑑み、環境大気中だけでなく家屋内のクロルデン濃度の把握が必要と考え、川崎市内の環境大気中及び東京、神奈川の白蟻防除剤を散布した家屋を対象とした屋内空気中のクロルデン濃度の調査を実施した。

調査の結果、空気中のクロルデン濃度のうちとくに屋内空気中の濃度は、白蟻防除処理後数年間 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ のレベルにあり、この期間多くの居住者は国連食料農業機関の定めた暫定摂取量を超えるクロルデンを屋内空気から吸入することが明らかになった。以下にその概要を報告する。

2 調査方法

試料の測定方法の詳細は、すでに報告があるので¹¹⁾省略する。

2.1 環境大気調査

昭和61年4月及び6月の晴天時に川崎市内環境大気常時監視局9地点と、千鳥町(港務所)の計10地点で試料捕集管に大気を300~500ℓ吸引して大気中のクロルデンを吸着捕集し、GC/MSを用いてSIM法により定量した。

2.2 屋内空気調査

昭和61年6月、10月~12月、昭和62年7月~9月に神奈川県及び東京都内の白蟻防除剤を散布した家屋21戸46室で試料捕集管に屋内空気を30~100ℓ吸引捕集し、GC/MS-SIM法により定量した。

3 調査結果

3.1 環境大気中の濃度

図1に環境大気中クロルデンの濃度レベルの分布を示す。環境大気中クロルデンの濃度レベルは3~0.5 ng/m^3 、平均1.7 ng/m^3 ($\sigma = 0.75$)で

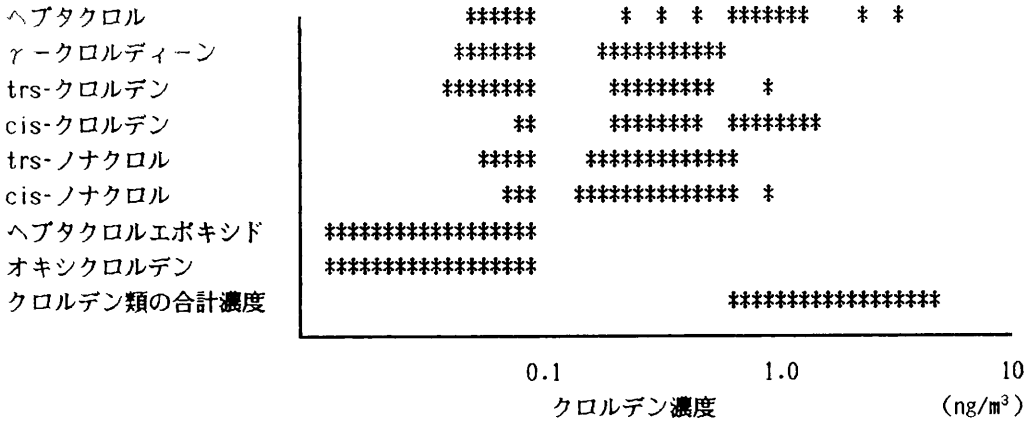


図1 環境大気中クロルデンの濃度分布 [%] (n=18)

あった。

3.2 屋内空気中の濃度

図2に散布薬剤中、散布後1年未満及び8年後の屋内空気中クロルデンのクロマトグラムを示す。

屋内空気では比較的揮発性の高いヘブタクロル、γ-クロルディーンが散布後の時間経過にともなって減衰しているが、散布薬剤中のクロルデンと屋内空気中のクロルデンのパターンは酷似している。

表1に白蟻防除剤の散布後の経過期間と家屋内空気中のクロルデン濃度を示す。

散布後4年未満の家屋の空気中クロルデン濃度の平均値は1 μg/m³を超え、散布後8～9年を経ても平均値で散布後1年未満の十分の一程度にまでしか低下していない。

4 考察

環境大気中のクロルデン濃度は3～0.5 ng/m³であったが、白蟻防除剤を散布した家屋内空気中のクロルデン濃度は散布後数年間は1 μg/m³を超え、9年を経過しても数百 ng/m³のレベルにあり、環境大気の約千倍の濃度のクロルデンが存在する。したがって、ヒトに対するクロルデンの暴露について最も着目すべきは屋内空気中のクロルデンであり、環境大気中クロルデンの寄与はきわめて少ない。

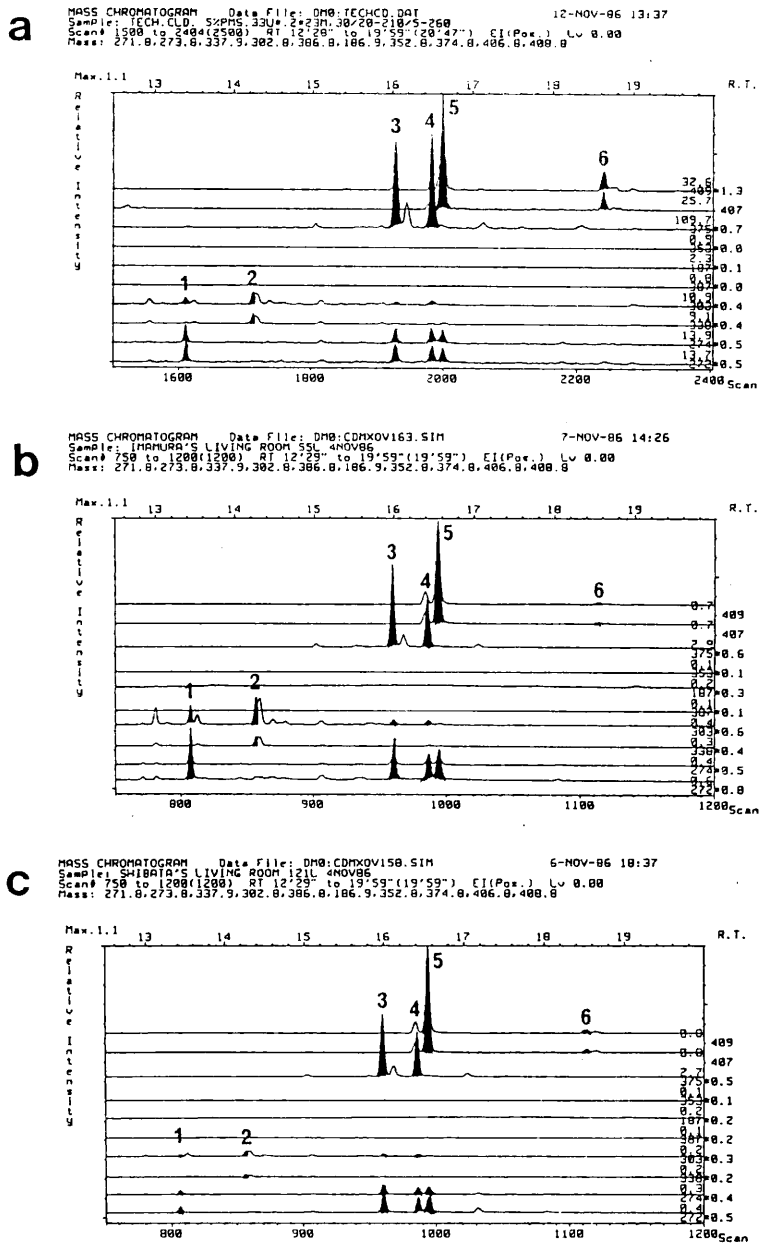
本調査の結果をもとに、ヒトに対するクロルデンの暴露量を表2に試算した。

試算に用いた数値は上記データのほか呼吸量、体重、1日の在室時間などで、乳児の呼吸量は市立川崎病院小児科の篠塚医師とのパーソナルコミュニケーション(『図説小児科講座8 呼吸器疾患』メディカルビュー社刊などから判断)、成人の呼吸量は実測値からの推定、体重は母子手帳、在室時間は仮定である。

表2の試算は仮定を設けて行っているが、成人の呼吸量も1口に15～20数m³(1時間あたり625～1000ℓ程度)といわれており、また成人及び乳幼児の在室時間も十分ありうる値と考えられる。

表2の結果から、白蟻防除剤散布後平均すると3年間は乳幼児、主婦が0.5 μg/kg/day以上のクロルデンを呼吸している。空気中のクロルデンについての法律上の規制値はないが、WHO/FAOが定めている農作物等の食品からヒトが摂取するクロルデンの暫定基準(ADI)が0.5 μg/kg/dayである。一般に、呼吸による空気からの吸収は化学物質が直接血液中に移行するため、同じ量を食物から摂取するのに比べて、ヒトへの影響が大きいと考えられている。したがって、空気からの吸収と食物からの摂取ではヒトへの影響を同一に扱うことは妥当でないが、仮にこのADIを目安にしても、在室時間が長いと考えられる乳幼児、主婦、老人では、白蟻防除剤の散布後平均で3年間、最高で5年間程度ADIを超えるクロルデンを摂取していると考えられる。

また、クロルデンの環境汚染は当初魚介類で問題になり、それが特定化学物質に指定される契機



- (a): 白蟻防除剤中のクロルデン類のマスキロマトグラム
 (b): 白蟻防除処理1年後の屋内空气中クロルデン類のマスキロマトグラム
 (c): 白蟻防除処理8年後の屋内空气中クロルデン類のマスキロマトグラム
 (1): ヘプタクロル, (2): α -クロルディーン, (3): trans-クロルデン, (4): cis-クロルデン,
 (5): trans-ノナクロル, (6): cis-ノナクロル

図2 クロルデン類のクロマトグラム

表1 白蟻駆除剤の散布後の経過期間と家屋内空气中のクロルデン濃度

		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
クロルデン類		1年未満 (n=7)	1~2年 (n=15)	2~4年 (n=8)	4~6年 (n=6)	8~10年 (n=10)
ヘプタクロル	Av	5.1	0.95	0.42	0.11	0.05
γ-クロルディーン	Av	0.25	0.37	0.22	0.12	0.11
trans-クロルデン	Av	0.15	0.16	0.20	0.11	0.07
cis-クロルデン	Av	0.17	0.13	0.21	0.10	0.07
trans-ノナクロル	Av	0.20	0.12	0.21	0.10	0.05
cis-ノナクロル	Av	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00
ヘプタクロルエポキシド	Av	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
オキシクロルデン	Av	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
クロルデン類の合計濃度	Av	5.84	1.74	1.30	0.56	0.37
	Max	29	7.5	3.63	1.7	1.4
	Min	0.03	0.06	0.4	0.08	0.003

※ Av, Max, Minはそれぞれ平均値, 最大値, 最小値である。

表2 白蟻駆除剤の散布後の経過期間と家屋内空气中のクロルデンの暴露量の試算

		(単位: $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/day)					体 重 kg	呼吸量 ℓ/h	在室時間 h/day	その他
		1年未満 (n=7)	1~2年 (n=15)	2~3年 (n=8)	4~5年 (n=6)	8~9年 (n=10)				
新生児	Av	3.7	1.1	0.8	0.4	0.2	3	96	20	
	Max	(19)	(4.8)	(2.3)	(1.1)	(0.9)				
	Min	(0.02)	(0.04)	(0.3)	(0.05)	(0.00)				
1才児	Av	2.6	0.8	0.6	0.3	0.2	9.5	213	20	
	Max	(13)	(3.3)	(1.6)	(0.8)	(0.6)				
	Min	(0.01)	(0.03)	(0.2)	(0.04)	(0.00)				
成人 男子	Av	0.9	0.3	0.2	0.1	0.1	60	864 (睡眠中672)	4 (8)	外勤者
	Max	(4.3)	(1.1)	(0.5)	(0.3)	(0.2)				
	Min	(0.00)	(0.00)	(0.1)	(0.01)	(0.00)				
成人 女子	Av	2.1	0.6	0.5	0.2	0.1	50	700 (睡眠中560)	10 (8)	専業主婦
	Max	(11)	(2.7)	(1.3)	(0.6)	(0.3)				
	Min	(0.01)	(0.02)	(0.1)	(0.03)	(0.00)				

となったが、クロルデンのヒトに対する暴露量で最も寄与が大きいのは屋内空気である。例えば、体重60kgのヒトの場合、白蟻防除処理後数年間は、わが国で調査された最もクロルデンに汚染された魚介類(含有量 $200\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下)を150g程度以上毎日繰り返し摂取しているのに相当する。

このようにクロルデンによる屋内空気汚染はき

わめて深刻な状態にあると思われるが、生体影響面での報告は乏しく、本研究で明らかになったクロルデンの屋内空気汚染がヒトに与える影響を評価することは困難であった。著者らには、生体影響面での専門的知識はないが、文献調査等によって把握した生体影響に関する知見を以下に示す。

- (1) IARCが公表している文献データ¹²⁾によると、マウスに対するクロルデンの経口投与試験で、体重1kgあたりに換算して毎日5mg以上を繰り返し投与した場合、肝臓癌の発生率の増加がみられた。
- (2) 白蟻防除剤を散布した家庭の人と、散布しない家庭の人で発ガン率を比較した報告は今のところ見あたらない。
- (3) 岡山大学医学部の野口氏の報告¹³⁾によれば、白蟻防除の作業従事者9人の血液検査の結果、C P K (クレアチンリン酸キナーゼ)値が正常値の2倍程度であったが、G P T, G O T値には異常は認められなかった。しかし、作業者の血液中には一般の人には認められなかったクロルデンが血液1ml中にngのレベルで検出された。
- (4) クロルデンによる影響を最も受け易いと思われる白蟻防除作業従事者について、クロルデンと発癌を関係づける疫学調査結果は今のところ見あたらない。

5 おわりに

クロルデンによる屋内空気汚染はきわめて深刻であり、調査結果の一部が公表されて、多数の市民、法人からの問い合わせがあった。また、これらの市民のうち、かなりの方々に屋内濃度の調査の協力をいただいた。協力をいただいた市民の方々に深謝するとともに、都合で調査できなかった市民の方々にお詫びします。また、市民の方々の最大の関心は生体影響面での評価であったが、この面での研究報告が乏しく、不十分な情報しか提供できなかった。また、その不十分な情報でも、市民の方々から歓迎されたことが印象的である。今後の生体影響面での研究の進展を切に期待する。

文 献

- 1) 環境庁環境保健部保健調査室編：“昭和58年版化学物質と環境”，45（1983）
- 2) 環境庁環境保健部保健調査室編：“昭和59年版化学物質と環境”，99（1984）
- 3) 環境庁環境保健部保健調査室編：“昭和60年版化学物質と環境”，111（1985）
- 4) 環境庁環境保健部保健調査室編：“昭和61年版化学物質と環境”，109（1986）

- 5) 環境庁環境保健部保健調査室編：“昭和62年版化学物質と環境”，139，155（1987）
- 6) 農業毒性の辞典，三省堂（1988）
- 7) Livingston, J. M. ; Jones, C. R. : Living Area Contamination by Chlordane used for Termite Treatment, Bull. Environm. Contam Toxicol, 27, 406 (1981)
- 8) Wright, C. G. ; Leidy, R. B. : Chlordane and Heputachlor in the Ambient Air of Houses Treated for Termites, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 28, 617 (1982)
- 9) Atlas, E. ; Giam, C. S. : Global Transport of Organic Pollutants. Ambient Concentrations Remote Marine Atmospher, SCIENCE, 211, 163 (1981)
- 10) Louis, J. B. ; Kisselbach, Jr. K. C. : Presentation at the 80th Annual Meeting of APCA New York, 87-84.3 (1987)
- 11) 鈴木 茂：固相捕集／マルチディメンジョナルガスクロマトグラフィー／選択イオン検出法による空気中クロルデン類の定量，分析化学，37, 524 (1988)
- 12) IARC : IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, 20, 42 (1979)
- 13) 野口信行：岡山医学会雑誌，97, 315 (1985)