石油タンク清掃時に発生せる 四エチル鉛中毒について

A Survey on Tetraethyllead Poisoning during Petroleum-Tank-Cleaning

横浜医科大学衛生学教室 (主任 萩原兼文教授)

山 賀 岑 朗 猿 田 勝 美 大 森 薫
上 田 久 大 島 璉 仁 藤 喜 次
Shinrô Yamaga, Katsumi Saruta, Kaoru Ômori,
Hisashi Ueda, Ren Ôshima, Yoshitsugu Nitô

Department of Hygiene, Yokohama University School of Medicine
(Director: Prof. K. Hagiwara)

昭和33年8月、横浜市内某石油貯蔵所において、タンク清掃に従事した作業員中より、四エチル鉛中毒と考えられる患者が発生、8月末より9月初めにかけて8名の死亡者を出すにいたつた。本症例については、本学病理学教室、神経科学教室と共同で検討がなされ、それぞれの教室よりも報告がなされるはずであり、ここでは主として、作業の概況、初発症状、死亡者および作業員の体内鉛量などを中心として報告したい。

I. 作業の概況

同石油貯蔵タンクは、戦前、日本海軍によって建設されたもので、すべて道路脇小山の斜面を利用した地下式であり、隧道によって連絡されている。直径約40m、高さ約34mの円錐形、鋼板製で、底部はコンクリートでかためられ、貯蔵量は約3万トンといわれている。

タンクの上部中央に直径約1.3mの穴があげられ、作業員あるいは作業に必要な機械類はこの中央の穴より、簡易なエレベーターによって出入している。この中央の穴から約10mはなれたところに、別の直径約0.7mの穴があり、送風機によってここから必要と思われるときに送風されるということであつた。

作業の内容は、タンク内部のサビ落とし、水洗いが主で、その方法は、まず燃料を排除したのち、海水を満たし(海岸に近い)、タンク内に空ドラム缶を多数入れて水面に浮かし、この上に十字形のイカダを組んでのせ、内壁を清掃、次第に海水を抜いて下降しつつ清掃を

続ける。海水を抜くパイプはタンクの底から約1.5mの高さにあるため、この位置にいたるともはや海水を抜くことができないのでイカダを解体し、この間、海水はタンク底部のパイプより隧道内にあるピットに移す。最後にタンクの底には泥状の汚物が残るが、これはスコップなどでできるだけかき集め、ドラム缶に入れてエレベーターで吊り上げ、タンクの外に捨てていた。

作業員は、白木綿厚布地製上下つなぎ作業衣、安全帽、送気式ガスマスク、ゴム手袋、ゴム長靴(大腿までのもの)、イカダ上の作業のときはさらに救命具も着用して作業に従事していた。

各保護具は、午前、午後、それぞれタンクより上つてきたときに点検、穴のあいているものや破損しているものは新品と取換えることになっており、汚染の著しくない場合は1日、汚染のとくに著しい場合は午前の作業終了時に取換えていたという。

保護具の着用はかなり厳重に指示されていたようであるが、作業員は素裸の上に直接に作業衣を着用しており、また頸部や後頭部は露出していたし、とくにタンク底部の泥状汚物のすくい上げの作業時には、半日で真黒になるほど汚染されたといわれる。

1日の作業時間は実働7時間で、毎日8時までに現場事務所に集合、8時10分頃から作業開始、12時から13時まで事務所へ昼食、休憩、13時10分頃から16時まで作業するのが所定の労働時間となっている。各作業員のタンク内の作業時間は、平均6時間といわれている。

II. タンク別貯蔵燃料の種類

清掃をおこなった各タンク内の貯蔵燃料の種類は第1表に示すとおりで、昭和38年2月10日より清掃が開始されている。

第1表 タンク別貯蔵燃料の種類

タンク名称	貯 蔵 燃 料	清 掃 期 間
7号タンク	航空機用燃料	2月10日より
1号タンク	同 上	不 詳
3号タンク	ジェット機用燃料	不 詳
4号タンク	同 上	不 詳
5号タンク	同 上	不 詳
8号タンク	航空機用燃料	7月2日～7月18日
6号タンク	同 上	7月21日～8月26日

各燃料について実測をおこなっていないので推測の域を出ないが、これらの中で、とくに航空機用燃料には四エチル鉛が含有されているのは間違いないと考えられるし、とりわけ、長期貯蔵されていた場合、底部の方は上方より四エチル鉛濃度は濃厚であるらしいということも指摘されていた。ちなみに、6号タンクは過去7年間、同種類の燃料が出たり入ったりしていたといわれる。

したがって中毒症状の発現は、主として8号タンクの清掃が開始された7月上旬を起始としているものと想像されるが、作業者によってはすでに4月頃から違和を自覚しているものもあった。

III. 患者発症状況

患者は本学病院以外の病院に受診している者もあり、また、一時的にこの作業に従事した日雇労働者や、途中で郷里に帰った者もある模様で、発症状況の明確な実態をつかむことはできなかったが、ここではわれわれの知りえた26名について記すこととする。以下の記載において不詳の項目があるのは、初診が他病院で、のちに本学病院に転医され、しかも混乱していたため記録が不十分であったことに基づいている。

発病は第1図に示すごとく、4月頃から散発的に、全身倦怠、頭痛、食思不振などを訴える者があらわれたが、とくに意に介されることなくすごされていた。しかし8月に入ってから、次第にこれらを訴える者が増え、中旬以後には精神症状を呈する者もあらわれ、8月27日に2名、28日に3名、30日に1名、9月2日に1名の死亡者をみるにいたり、あとの調査では、健康上の理由で

第1図 発病時期 (不詳2名)

帰郷した者が8月26日に1名、郷里で死亡しているのが判明した。

発病にいたるまでの勤務日数は第2図に示すごとく、1カ月以上の者、とくに4カ月の者が多いが、一方、わずか3日から7日の就業ですでに発病している者のあることは注目させられる。

第2図 発病までの勤務日数 (不詳6名)

とくに、当面の問題となつた8号タンクの清掃に着手した7月2日から8月26日までの、タンク内作業実時間数は第3図に示すとおりで、最短では6時間半であつた。

IV. 作業環境

作業個所が特殊な管理下にあり、8月26日に作業は中止されていたので、現実に障害をおこしたときの実情はつかみえなかった。われわれの調査は作業中止後3日を経た8月30日におこなわれた。

調査の主眼は、作業者が曝露される機会があつたと目

第 3 図 タンク内作業実時間数

(7月2日～8月26日)

(不詳5名(最短6時間半

される個所、あるいは物体中の有害物の検出におかれ
た。

すなわち、タンク底部の気中鉛量、一酸化炭素濃度、ベンゼン濃度、タンク底部よりあげられた泥状汚物すて場より採取した、なかば乾燥せる汚物中の鉛量を測定するとともに、死亡者の遺品中より発見された流動性の汚物中の鉛量をも、あわせ測定した。

その結果は次のとおりである。

A. タンク内の気中有害物濃度

- 1) 鉛量は $1.52\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 2) 一酸化炭素およびベンゼンは検知せず。

B. 捨て場より採取せる汚物について

- 1) 肉眼的には黒褐色，なかば乾燥し，特別の臭はない。

- 2) その鉛量は2.11mg/ 100 g。

C. 死亡者の遺品について

- 1) 黒色液状で、静置すると容易に沈澱を生ずる。
- 2) その上清にはわずかに油滴状のものが浮かび、かすかにガソリン様の臭を有する。

- 3) 上清中の鉛量は 1.64mg/dl 。

- 4) 沈渣中の鉛量は $23.1\text{mg}/100\text{g}$ 。

以上のごとく、8月30日の調査で、なおかなりの気中鉛量を検出できたことから、作業中にはさらに高濃度の鉛に曝露する機会があつたであろうと想像される。

また、たまたま某死亡者の遺品を整理中に、流動性の汚物が発見され、これがいかなる時期のものであるかは不詳ではあるが、作業者の証言によつて、それがタンク内清掃のある時期の内容物であつたらしいことは間違いないようである。

その肉眼的所見では、容易に上清と沈渣に分離し、その上清の大部分は勿論水であろうが、その表面には確か

に油滴状の、わずかにガソリン様の臭のある浮遊物が認められた。

このことから、タンクの清掃にあたって、まず燃料を抜いたとしても、当然完全に抜き去ることはできず、ある量は残存し、次に海水を満水した場合、その表面に、タンクの直径に相当する広がりて浮遊して広がり、したがつてかなり広い揮発面積となっていたものと推定される。

とくにタンク底部では、四エチル鉛は概して濃厚であるといわれる点を考慮すると、このようなタンクの清掃に際しては、タンク内容を抜き去つたあと、直ちに清掃によりかかるのは、かなり危険であると思われる。

V. 自覺症狀

主として初診時の自覚症状の主要なものを第4図に示した。症状としては決して特異的とはいえないものがあるが、振顫の訴えがかなり多いのに注目すべきであろう。

第4図 自覚症状(初診時)

VI. 検診成績

A. 血中鉛量

ジチゾン法による24名の血中鉛量は第5図に示すとおりで、最低30 γ /100g、最高360 γ /100g、平均118.5 γ /100gであつた。

第 5 図 血中鉛量

(不詳 2 名) 平均: 118.5 γ /100 g

B. 尿中コプロポルフィリン

Fischer 法の Brugsch 変法による23名のコプロポルフ

イルンの検査成績は、陽性者14名（60.9%）であつた。

C. 塩基性顆粒赤血球

Giemsa 染色による23名についての検査結果は第6図に示すとおりで、平均 9.0個/万であつた。

第6図 塩基性顆粒赤血球

(不詳3名)平均: 9.0個/分

D. 全血比重

硫酸銅法（採血直後の測定）による23名についての成績は第7図に示すとおりで、平均 1.0560 であつた。

第7図 全血比重

(不詳3名)平均: 1.0560

以上の成績はいずれも、主として初診時の成績であつて、血中鉛量の増加と、コプロポルフィリンの陽性者の多いことが気づかれるが、塩基性顆粒赤血球や全血比重などの変化は著明ではない。この点は、あるいは本症における特徴であるようにも考えられる。

VII. 死亡者検診成績なかんずく体内鉛量

この作業に従事した者の中より、合計 8 名の死亡者が出たが、うち 1 名は帰郷後に死亡したため、われわれの検査しえた者は 7 名であつた。

死亡者の年齢、勤務歴、経過などは第2表に示すとおりで、とくに注目される点は経過が速やかなことであり、入院を必要とする程度にいたつてから死亡するまで、

はなはだ急であることが知られる。

その生前の検診成績、および死後（剖検時）の体内鉛量は第3表に示すとおりである。

とくに、臓器内鉛量としては、単位重量あたりでは肝においてもつとも多く、ついで腎、脾、脳、心、脾、肺の順であるが、臓器内総量としては、肝にもつとも多いのは変りないが、ついで脳、腎、心、肺、脾の順となつていた（脾は全重量を測定できなかった）。

VIII. 総括

四エチル鉛中毒の報告は、わが国においても決してまれではなく¹¹⁻¹³⁾、本例のごときガソリタンクの清掃に際する中毒例の報告¹⁴⁾ も出されているが、しかし本症例のように、多数の死亡者を出した例はあまりみられないようである。すなわち、本症例では約30名の作業者のほとんどすべてがなんらかの自覚症状を訴え、その中から 8 名もの死亡者を出したことは、かなり特異な例として示唆されるところが多い。

とりわけ、死亡者の臓器内鉛量についての測定は、四エチル鉛がガソリン中に混入されるようになった頃の Norris ら¹⁵⁾の記載以後、報告が少ないようである。

本例の発生した個所は、実は特殊な管理下にあつて、その作業環境、四エチル鉛の混入程度などを充分明らかにすることができず、したがつてまた、タンクの清掃は 2 月から始められ、その当時にも、四エチル鉛が確かに混入されていたと目されるタンクの清掃を、同様方法でおこなつていたのに、とくに著しい障害を呈する者のなかつた理由、ひいては、同じく航空機用燃料といわれているが、2 月に清掃を開始した頃の 7 号、1 号タンクの内容と、7 月以降の 8 号、6 号タンクの内容とが同一のものであつたかどうかなどは、季節的な差が考慮されるところとしてもついに知ることができなかった。

また、保護具に関しては、不透過性の作業衣を用いて

第2表 死亡者の経過

No.	姓 名	年 齢	勤 続	タンク内作業 実 時 間 数	発 病	入 院	死 亡
1	S. S.	31歳	4 ヵ月	97.5 時間	7 月中旬	8 月25日	8 月27日
2	S. T.	25歳	2 ヵ月	196.5 時間	8 月下旬	8 月26日	8 月27日
3	E. O.	31歳	5 ヵ月	128.5 時間	8 月22日	8 月25日	8 月28日
4	S. Y.	45歳	3 ヵ月	52.0 時間	8 月21日	8 月28日	8 月28日
5	R. N.	40歳	2 ヵ月	259.0 時間	8 月20日	8 月26日	8 月28日
6	R. I.	24歳	3 ヵ月	254.0 時間	6 月下旬	8 月28日	8 月30日
7	K. I.	34歳	事業主のため不詳			8 月26日	9 月 2 日

註) タンク内作業実時間数は 7 月 2 日より 8 月 26 日まで

第 3 表 死亡者検査成績

姓 名	生 前 検 査 成 績				死 後 (剖 検 時) 体 内 鉛 量								
	コプロ ボルフ イリン	塩基性 顆 粒 赤血球	全 血 比 重	血中鉛	膀胱尿	心臓血	脳	肝	腎	心	肺	脾	膀
				γ/100g									
γ/100g													
S. S.					1253.5	420	843.1 (11.80)	2241.3 (31.38)	1694.1 (3.90)	483.3 (1.21)	86.1 (1.21)	303.8 (0.46)	1061.2
S. T.	+	8 個/万	1.060	73	405.0	94	565.0 (9.04)	1785.7 (26.79)	912.2 (1.82)	360.0 (1.08)	98.0 (0.91)	280.0 (0.14)	678.3
E. O.		13個/万	1.054	120	1205.7	150	695.0 (9.73)	2383.3 (42.90)	1005.8 (2.82)	258.8 (0.78)	210.3 (2.94)	346.6 (0.38)	605.0
S. Y.	+	2 個/万	1.059	73	750.0	79	810.0 (10.53)	2016.0 (28.22)	1248.0 (3.00)	484.0 (1.55)	255.5 (1.66)	268.6 (0.54)	648.0
R. N.	±	2 個/万	1.052	127	8371.0	172	630.0 (9.01)	3264.0 (48.96)	1512.0 (5.29)	630.0 (1.70)	226.5 (2.49)	270.2 (0.32)	933.3
R. I.	+	認めず	1.048	105		94	720.0 (10.44)	1920.0 (26.96)	693.3 (1.53)	465.4 (0.93)	104.0 (1.25)	172.4 (0.22)	848.0
K. I.	+	79個/万		255	3255.5	127	960.0 (14.40)	2080.0 (31.20)	968.0 (3.29)	432.0 (1.51)	63.8 (0.86)	144.6 (0.17)	528.0
平 均		17.3 個/万	1.0546	125.5	2540.1	162.3	746.2 (10.71)	2241.5 (33.73)	1147.6 (3.09)	444.8 (1.25)	149.2 (1.62)	255.2 (0.32)	757.4

(註) () 内数字は臓器内鉛総量 (単位mg)

いなかつたこと、あるいは皮膚に露出部のあつたことなど、二、三の点において不満足なところはあつたとしても、その着用についてはかなり嚴重に指示されてあつたと認められたし、主なる問題はむしろ、タンク内容排除後、清掃を開始するまでの処置にあるものと思われた。

すなわち、その作業のありかたをふりかえつてみると、まずタンク内の燃料を排除 (あるいは使用) 後に、特別の処置を施すことなく海水を注入していたようであるが、この大きなタンクの内容を完全に排除することは当然困難であり、したがって残存した燃料中の四エチル鉛の影響を除外することなく海水を注入した場合、表面に浮遊してかなりの広さの揮発面積となりうるはずであり、この状態で海水をへらして行つて、最後の泥状汚物をかきあつめる作業に際して作業衣を汚染した場合、経皮的にも吸収される機会のあるのは当然であろう。

空气中、あるいは泥状汚物中などの鉛の測定結果は、このような推定をある程度裏づけるものであろう。

既述のごとく、本症例の発生機転については充分明らかにしえない事情があり、推定にとどまるをえないのはいたしかたないとしても、現実にあつたものは、患者の集団的発生状況、特有な共通した臨床症状、環境あるいは作業者接触物中の鉛量、血中鉛量の増加などの所見から、作業として四エチル鉛が体内に侵入した結果であると判断してさしつかえないであろう。

本症例において比較的特異なことは、発症にいたるまでの勤務日数がわずか 3 日、最短曝露実時間数 6 時間半で、症状を呈した者のある点であろう。この点は、作業環境として曝露された鉛濃度が相当であつたことを示唆していよう。

自覚症状としては、当然、精神神経症状を主とし、一面、本症としての特異性が少ないことから、初期においては他病と誤診された例もあつたようである。しかし振顫がかなり多くあらわれていたことは注目されてよいと思われる。

他覚的には、身体症状としてはまだ著明なものは少ないといえるが、ただ、血中鉛量の増加の程度が、他の金属鉛あるいはその化合物の中毒の場合に比して高度であるらしいことがうかがわれる。

死亡者はすべて、本学病理学教室で解剖され、その詳細は別に発表されるはずであり、われわれは主として体内鉛量の測定を分担した。すなわち、開胸、開腹と同時に心臓血と膀胱尿を採取、臓器の肉眼的検査後、その一部を切除して、それぞれ鉛の定量をおこなつた。

その結果は、Norris らの報告と大体同様で、単位重量あたりとしても、また臓器内総量としても肝にもつとも多く、臓器内総量としては脳がこれにつぎ、以下、腎肺、心、脾の順であるが、単位重量あたりでは、脳中にはあまり多くなく、腎、脾についていることが知られ

た。

著者らはかつて、ガソリン取扱作業者の実態を報告し⁹⁾、血中鉛量の増加の多いことを述べたことがある。本症例においてとくに気づかれたことは、その臨床症状としては、必ずしも本症に特異であるとはいえず、その職歴と臨床症状とから四エチル鉛中毒が疑われた場合、その最終判定の主要なよりどころの1つとして、体内鉛量の測定がかなり重要な位置を占めるように考えられる。しかもその体内鉛量は、就業後のかなり早期から、金属鉛およびその化合物の中毒におけるより以上の増加がありうるものといえるようである。その物理化学的性質から、体内における親和性、あるいは主要症状のあらわれかたに、当然ある想定は可能であるとしても、金属鉛などの中毒に際して認められる所見が、本症においてまったくあらわれないとは断言できず、その可能性は勿論ありうるであろう。要は、それら固定所見のあらわれるより先に、重篤な精神神経症状が発現するものと考えられる。この場合、他覚的に判定を下しうるものは、おそらく体内鉛量の増加が主要なものとなるであろう。

これら精神神経症状および体内鉛量と、他の金属鉛中毒において可能な所見との関連については、本学精神神経科において検討されるはずであるので省略するが、著者らの今回経験したところでは、検診にあたって体内鉛量、とくに血中鉛量の測定は不可欠であるように思われた。

以上、本症例の調査にあたって、何よりも同所が特殊な管理下にあつたこともさることながら、それ以上に、四エチル鉛の危害防止に対して、従来は主に、その製造や混入の作業にのみ重点がおかれ、タンクの清掃に対してはあまり意を介せられていなかったことも関係しているよう。伝え聞くところでは、某石油関係会社では、むしろタンクの清掃に対して、より以上の注意もはらわれているとのことである。

元来、ガソリンなどに混入されている四エチル鉛がま

つたく無害であるかどうかについても、実態はあまり知られていない。また、タンク内に長期間貯蔵されていた場合、その底部の方は濃厚であるともいわれている。石油系燃料の将来性を考えた場合、四エチル鉛の危害防止に関して、タンクの清掃も当然、対象とされるべきであり、その衛生管理に関しても、実態と、それに対する手段が改めてとりあげられねばならないと考えられた。今回の事故が真に不可避であつたかどうか反省させられるものがあつた。

患者に対する処置としてはEDTA製剤の静注、内服を主とした治療がなされ、経過のはなはだしく急激であつた死亡者を除いては、おおむね後遺症をのこすことなく治癒したものようである。その詳細は別に、本学精神神経科学教室より報告されるはずである。

IX. 結 語

某石油タンクの清掃に際して発生した四エチル鉛中毒の症例について、発生の状況、作業者および死亡者の検診成績、とりわけ、体内鉛量を主として報告し、タンク清掃に対する考慮を強調した。

終りに萩原教授の御校閲に謝意を表する。

文 献

- 1) 菊野他：医学と民生，1(8)，昭22.
- 2) 堀内正元他：熊本医学会雑誌，23(7-9)，348，昭24.
- 3) 小松富三男他：日本衛生学雑誌，7(1)，27，昭27.
- 4) 倉恒匡徳他：日本衛生学雑誌，7(2)，20，昭27.
- 5) 小松富三男他：労働科学，29(8)，446，昭28.
- 6) 猿田南海雄他：日本衛生学雑誌，13(1)，127，昭33.
- 7) 山口誠他：日本医事新報，No. 1766，36，昭33.
- 8) Charles Norris et al.：J.A.M.A.，85(11)，818，1925.
- 9) 山賀岑朗他：日本衛生学雑誌，12(1)，55，昭32.

(受付：1959年4月4日)