

慢性鉛中毒症の経過に關する考察

(Adaptation Limit に就いて)

岡山大学医学部衛生学教室 (主任 緒方教授)

近 藤 実

〔昭和 28 年 12 月 16 日受稿〕

私は既述の論文¹⁾²⁾並に最近経験した高濃度の空气中鉛量下に於ける鉛中毒の発生状況を考察し、慢性鉛中毒症の経過、特に忍限量の問題に關して一つの考え方を持つに至つたので此れに就いて以下に論述する。

職業性慢性鉛中毒症の輕重を判断する時、吾々は Teleky に依る区分即ち、鉛摂取状態、鉛作用状態、鉛中毒状態の三段階に分けて考えるのが實際的でもあり便利でもある。然し乍ら鉛作業員の状態を長期間観察し、症状の輕重と其の対策（配置転換等）とを關聯させようとするならば、更に作業状態と症状及び環境を一括した考え方が必要になつて来る。

戦後、多くの実態調査が行われたが、所謂狭義の鉛中毒と、鉛作用状態との区分の上には多少の混乱が見られ、又忍限量の問題については尚決定的な適正值を得られない状態である。此等の実態調査では、職場の空气中鉛量が屢々、忍限量 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ を上廻っている事実を見受ける。若し忍限量を文字通り Safe Limit として受け取るならば、此の環境下では、鉛摂取状態に於て、生活体は全く其の営みを障害されず、健康状態が存続するものでなくてはならない。然し實際には此の程度の空气中鉛量でも輕度の鉛害状態が諸種の検査法で検出されることは、前記の実態調査の教える処である。米国の忍限量 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ は約10年間の調査と「経験的」な根拠³⁾から、此の鉛量では、鉛による障害を認めず、全く安全であるとしているから、最近の山賀氏の論文⁴⁾を参照としても、先ず日本人にも、此の程度が、鉛摂取状態と鉛作用状態を区分する環境因子として妥当なものであらうと推定

出来る。

又実態調査に依れば、鉛作用状態を起させる空气中鉛量は、前記の安全限界から、多い時は $20\text{mg}/\text{m}^3$ にも及んでいるが、若し此等の環境下に於て、一定度の鉛量が、時間の経過と共に障害を作業員に加えるものとすれば、一定条件下に一定人員が、鉛曝露を受けた場合には、障害の程度は明らかに勤続年限に正比例せねばならない。例えば、数年間の期間を隔てゝ（人員移動がないとして）再調査する時は、初めの調査と後の調査とでは、全般的に症状の差があり、後者に於て増悪を認めなければならない。処が多くの報告では屢々勤続年限と症状とに平行關係を認めぬと云われて居り、又私の施行した5職場4年間の連続的調査¹⁾でも、格別の症状増悪を認めていない。若し一部に勤続年限と症状の相関を認めても、それは空气中鉛量の極めて高濃度な職場である。

此の様に一定濃度の空气中鉛量に依つて、鉛作用状態を受けながら、其の症状が一定度以上に進行しないという事実の説明には、矢張り生活体の Adaptation 又は鉛に対する Tolerance を考えに入れざるを得なくなる。この考え方が、慢性鉛中毒に於て成立する理由を重複を厭わず列記すると以下の如くなる。

1. 実態調査に於て、忍限量以上の職場が広範に認められ、従つて鉛作用状態（潜在的鉛害状態）が広くみとめられること。
2. しかるに、狭義の鉛中毒即ち作業支障又は不能となる顕現性の中毒状態が極めて少いこと。

3. 鉛作用状態が年次毎に増悪する傾向を認められぬこと。
4. 新しく職場に入った作業員を追求調査して行くと、塩基性顆粒細胞、尿中コプロポルフィリン、貧血度、鉛縁等が一時著明になり、特に環境悪化のない限り、此等が再び減少して行くこと¹⁾。
5. 家兎に酸化鉛を一日 0.01g 吸入せしめ、4ヶ月間症状を追求すると、2—2.5月頃まで、貧血度、塩基性顆粒細胞出現、体重減少等が増悪して来るが、其の後再び好転してくること²⁾。
6. 一般毒物が慢性的に生体に作用する時に程度の差こそあれ、Gewöhnung を起し、最後に Abgeschwächte Wirkung を起すと云う一般的事実³⁾。

以上の理由に依つて、一定濃度の鉛曝露下に於ては Adaptation が起り、急激な空気中鉛量増加がない限り、軽度若くは中等度の鉛作用状態を継続するのみで、決して、作業支障又は不能になるような顕現性の鉛中毒症状を起さないという所謂、Adaptation Limit が存在することを推定出来る。但し、個人差 (Susceptibility) があるから、此の Limit は一定の巾を考えなければならない。

鉛に対する人体の Tolerance. これに關聯して Susceptibility に就いては、これを認める人と認めない人がある。Legge 及び Goadby は此の存在を強く主張しているが⁴⁾、米国鉛毒委員会報告は⁵⁾ 其の否定に傾いている。ともあれ、吾々は現実に職場の状態に直面して此の存在を認める立場を取らざるを得ない。

併、私は、此の Adaptation Limit を加味した以下の様な考え方が、慢性鉛中毒の経過を作業員の状態と関連して、より实际的なものであると思うのでこれを述べる。

上図は此の考え方を schematisch に表わしたものであるが、以下に説明を加える。

三角形は鉛作業員の全体を表し、各区分の面積は人員に比例する。最下段の鉛摂取状態は、血中鉛、尿中鉛の軽度増加と僅かな鉛縁の存在によつて、鉛の吸収を認められるが、全く健康状態を維持している状態で、鉛曝露を受けた作業員の基盤となつて拡く認められるものである。全作業員が此の状態に止まる為には恐らく空気中鉛量は $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以下でなければならない。

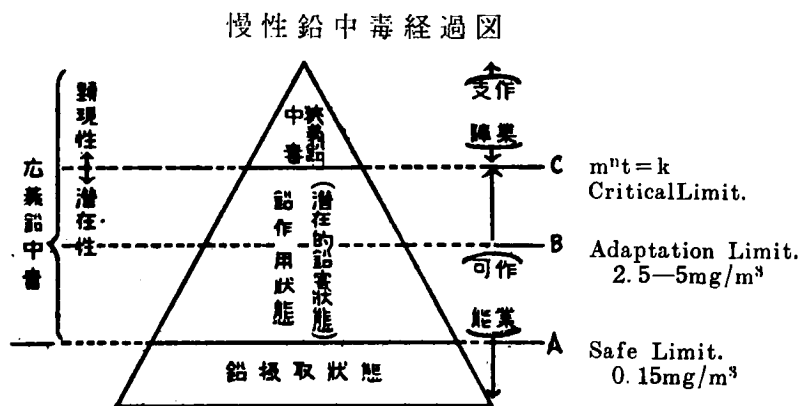
空気中鉛量が増加すると、此の状態の上に、鉛作用状態が出現して来る。この状態は作業員自体にはさしたる自覚症状はなく、作業にも支障を来さないが、諸検査に依つて、例えば、尿中コプロポルフィリン、塩基性顆粒細胞貧血等を認められるものである。以上の二つの状態は自覚症を欠くので潜在性とし、いわば海面下の氷山に例えられる。

最上の三角形は海面上の氷山に例えられ、所謂急発症として鉛痙痛、四肢胸部の神経様疼痛、全身違和の如き顕現性症状を生じ、且つ潜在性の諸症状をより強度に具備する場合が多いものである。此の症状の出現した職場では、三角形の面積に示された通り、より多数の鉛作用状態が存在することが推定される。

鉛麻痺や脳症状の如きものは私の調査にも

見られず、他の報告にもないから、恐らく三角形の頂点に位置するもので、量的には極めて少いものであり、且つ又極めて鉛量の高濃度な場合に起り得るものであろう。

作業員各個の個人差を考えると、右側に記した空気中鉛量に拘らず、例



えば $1-2\text{mg}/\text{m}^3$ の場合でも鉛摂取状態に止まる者もあるから劃一的には表示出来ないが、此の場合は最小限界を考える。又各区分線を可逆的に移行すると考えて差支えない。

此の図では既述の Adaptation Limit を鉛作用状態の中央に仮りに置いてある。此の限界に適合する空气中鉛量は、尚、決定的ではないが、安全限界に比べるとかなり高いものであろう。

私の調査では $5-10\text{mg}/\text{m}^3$ を屢々記録する職場で、4年間に亘つて顕現性中毒者を認めず、鉛作用状態の格別の進行を認めなかつたので、大体此の附近ではなかろうかと考える。然し此の数値は更に詳細に測定回数を増し信ずべき平均値が出ないと確実なものと云えない。尚此の場合は作業員の個人防備（防塵マスクその他）が実行されているから、これが除かれた時は数値は半分以下になると考える。又此の限界では Fume と Dust に依つて、即ち鉛塵のサイズに依つて影響する処が異つて来る。上記の調査は主として Fume が問題となる作業である。其の他の要素（労働強度、温度等）も当然何等かの影響を与えるが、本図では一応此等を見捨てて空气中鉛量によつて此の限界を代表させることにした。

鉛製錬作業及び鉛二次製品製造作業では、時に驚くべき高濃度の鉛爆露に遭遇する。此等の職場の作業員に対する中毒予防の第一歩が飛散鉛塵の減少にあることは論を待たないが作業規模が大きくなるほど、實際上経済的、技術的面に於て、この対策施行は困難となる。従つて此の様な場合には、次善の策として、顕現的な中毒者を出さない様にする為に、これを事前に発見して職場転換を行い鉛爆露から遠ざける方法が取られねばならない。即ち作業支障と作業可能の状態が重要な区分点となる。この様な限界に於ける空气中鉛量は如何であろうか？ 此の様な高濃度の鉛爆露に於ては ($10-30\text{mg}/\text{m}^3$ 時には $70\text{mg}/\text{m}^3$) 明らかに時間的な因子が問題になつて来る。これに比して Safe Limit 以下では全く時間的因子に関係なく症状は一定し、又 Adapta-

tion Limit 以下では、職場に入つた当初に於て、或る程度時間と共に症状の増加を見るが、間もなく一定状態に達して其の後は、勤続年限の如何に拘らず症状の進行を認めないことは既述の通りである。

高濃度鉛爆露下に於ける顕現性中毒症状の発生状況を昭和29年3月に某製錬所に於て経験したのでこれを簡単に述べる。

此の作業は熔鋸炉投入用の鉛滓を焼結するポット作業と、熔鋸炉煙灰回収作業であるが、前者は連続四ヶ月、後者は約3ヶ月の作業後七名の顕在性中毒者を見た。此職場の作業員は40—50名であるが、中毒者発生時の調査対象は44名であり、此の内33名は臨時夫で勤続年限1—10ヶ月、11名は、直轄従業員で3—7年の勤続である。調査項目の一覧表は別表の通りである。

本表に依れば臨時夫の勤続年限は直轄夫の五分の一に拘らず、前者に鉛害症状が強く現われていることが分る。又臨時夫のみを見るならば、32番を除いては概ね三ヶ月以上の勤務者に鉛害症状を認める。又自覚症状を訴えたものは熔鋸炉勤務年限よりはポット作業に従事した時日の影響を受けている。本表に現われた作業支障者はポット作業30日以上行つたものの80%を占める。2番は煙灰回収作業を約10日間行つた後自覚症状を訴えたものである。直轄従業員では全般に半年前の調査よりも各症状の進行が見られ、又過去四年間に、此の様な自覚症状の訴えを認めなかつたから、今回の作業状態が所謂危険界にあることを推定せしめる。

ポット作業の空气中鉛量は $30\text{mg}/\text{m}^3$ で、煙灰回収作業は $70\text{mg}/\text{m}^3$ であつた。但し後者は7時間の連続作業でなく、断続的作業である。

以上を総括すると、前掲三角図表の危険界即ちC線の数値に或る示唆を得る。即ち此の限界では、一定症状を呈するのに空气中鉛量と爆露時間が影響を持ち、而も鉛量の増加は、爆露時間よりも急激な影響を与える。

従つて此の限界は単に空气中鉛量を以つて

熔 鋁 炉 作 業 員 調 査 表 (S-29.3)

	被 検 者 番 号	年 令	勤 務 年 月	赤 血 球 (万)	血 色 素 (%)	塩 基 性 顆 粒 細 胞	尿 中 卹	鉛 緣	備 考 (作 業 支 障 者) (ノ 自 覚 症)
臨	1	19.6	0.10	386	75	P.P.M. —	士	—	
	2	25.4	0.10	450	70	1000	卅	+	倦怠, 四肢疼痛
	3	23.9	0.9	504	68	100	卅	+	
	4	30.6	0.9	344	65	200	卅	卅	胃痛, 四肢疼痛
	5	20.0	0.9	460	77	100	卅	+	
	6	19.8	0.9	536	85	100	卅	+	
	7	18.8	0.9	546	80	—	—	—	
	8	29.6	0.8	538	75	—	卅	—	
	9	21.4	0.9	465	90	—	—	—	
	10	24.5	0.8	640	80	100	+	+	
時	11	19.5	0.9	580	85	—	士	+	
	12	22.1	0.8	352	66	200	卅	+	胃腸症状, 四肢痛
	13	26.10	0.5	570	80	1000	卅	+	
	14	38.10	0.5	532	70	—	士	—	
	15	21.5	0.4	400	75	100	+	—	
	16	19.5	0.4	410	65	—	+	+	
	17	27.11	0.4	384	63	100	卅	+	
	18	25.2	0.4	444	77	—	士	+	
	19	18.6	0.4	534	77	200	卅	—	
	20	19.10	0.4	580	80	—	—	—	
夫	21	21.0	0.4	452	80	20	+	+	
	22	21.0	0.4	194	55	400	+	+	
	23	38.0	0.3	446	85	—	卅	+	
	24	20.9	0.3	234	53	2000	卅	士	
	25	30.11	0.3	460	75	1000	卅	+	倦怠四肢痛
	26	22.8	0.2	474	75	100	+	+	
	27	21.0	0.2	526	80	—	—	—	
	28	32.2	0.2	430	82	—	+	+	
	29	27.2	0.1	592	75	—	+	+	
	30	20.0	0.1	526	75	100	+	—	
	31	23.1	0.1	466	82	—	卅	—	
	32	31.2	0.1	256	63	200	+	—	
	33	18.3	0.1	436	78	100	—	—	倦怠四肢痛
	平 均	24.2	0.51年	462	74.0	8/33	24/33	17/33	
直 轄 従 業 員	34	47.11	7.0	392	65	100	—	—	
	35	41.0	7.0	496	75	—	+	—	
	36	40.0	6.3	277	60	2000	+	+	四肢疼痛
	37	38.4	6.1	280	70	—	卅	—	
	38	53.10	5.4	212	4.5	—	卅	—	胃 痛
	39	39.11	5.4	504	70	—	+	—	
	40	44.4	3.10	484	75	—	+	—	
	41	40.7	2.9	500	80	100	卅	—	
	42	42.1	3.8	604	80	100	卅	—	全身倦怠, 蒼白
	43	28.11	3.8	486	75	1000	+	—	
	44	35.2	3.0	544	77	100	—	—	
	平 均	41.1	4.11	446	70.2	2/11	9/11	1/11	

表わせないから、 $m^n t = k$ を以つて表現した、 m は空气中鉛量 mg/m^3 、 n は適当な正数、 t は鉛曝露月数、 k は一定症状を表す常数とする。此等に適合する数値に就いては尚多くの症例を実測することに依つて得られるであろうが、今回は狭義鉛中毒症状の現出する危険限界は概ね上記の如き関係であり、一定鉛量以上に於て初めて鉛曝露期間が中毒症状の進行に影響するものである事を示唆するに止める。

鉛中毒の予防対策を環境の面から云えば、極めて高濃度の職場ではC限界に依つて鉛曝露期間の限度を推定し障害の起る以前に職場転換させる。次でB限界 (Adaptation Limit) 以下に空气中鉛量を保つ様に努力する。普通の鉛作業に於て、安全限界に迄、鉛量を下げることが既述の如く困難であるが、B限界は比較的に巾があるから、此れまで環境改善を

行うことは第一の目標となり且つ実行可能であろう。此の限界以下の環境では個人防衛を適当に行うことに依つて中毒症状の進行を防止し得ることは既述の通りである。

環境改善の最後の目標は空气中鉛量をA線以下即ち安全限界に保つことである。此の限界以下では、鉛中毒は先づ殆ど起らないことが経験的に知られている。

以上の三段階は、実際面に於ける環境対策の基準を示すものと云えよう。

尚危険界に於ける顕現性中毒症状は、亜急性若くは急性の鉛中毒と類似しているが、慢性鉛中毒に於ける此の症状は概ね潜在性症状の延長として、これを随伴する点で異なることを付け加えて置く。

(摺筆にあたり御懇篤なる御指導御校閲を賜つた諸方教授、大田原助教授に深謝の意を捧げる)

文

- 1) 職業性鉛中毒について。第一編 実態調査。
岡山医学界雑誌掲載予定。
- 2) 職業性鉛中毒について。第二編 実験的鉛中毒。
岡山医学界雑誌掲載予定。
- 3) Occupational Pb exposure and Pb poisoning

献

- A. P. H. A. N. Y 1943.
- 4) 山賀其の他。労働科学 30 卷, 3 号, 178 頁。
- 5) Aschoff all. pathologie P.118.
- 6) Cantrow and Trumper : Lead poisoning より引用。