

症例報告

業務用石油ファンヒーターの排ガスを吸引して
発症した肺障害の1例

上村幸二郎 練合 一平 茂庭 慶悟
小橋 建太 山添 雅己

A case of Lung Injury Caused by Inhaling Exhaust Gas
from Commercial Oil Fan Heaters

Kojiro UEMURA, Ippei NERIAI, Keigo MONIWA
Kenta KOBASHI, Masami YAMAZOE

Key words : oil fan heater — nitrogen dioxide — lung injury

要 旨

症例は60歳代男性。業務用石油ファンヒーターが複数台作動している現場で検査員として従事していた。発熱、咳嗽、呼吸困難を自覚し、近医を受診した。酸素飽和度 (SpO₂) の低下と胸部X線写真で両側上肺野優位のすりガラス影を指摘され当科入院となった。気管支肺胞洗浄液は淡血性を呈し、好中球およびリンパ球比率の上昇を認めた。臨床経過から業務用石油ファンヒーターの排ガスを吸引して発症した肺障害と診断した。石油の燃焼により発生する二酸化窒素 (NO₂) は種々の呼吸機能障害をきたすことが報告されており、十分な換気を確保することが必要であると思われた。

はじめに

石油ファンヒーターは自宅や職場で広く使用される暖房器具の一つである。その使用にあたっては、石油の燃焼により発生する窒素酸化物をはじめとした有害物質に伴う健康被害や室内空気汚染が懸念されている。今回我々は、業務用石油ファンヒーターの排ガスを吸引して発症した肺障害の1例を経験したので報告する。

症 例

症例：60歳代男性。
主訴：発熱、咳嗽、呼吸困難。
既往歴：糖尿病 (65歳)、高血圧 (65歳)、胆石性胆嚢炎 (65歳)。
常用薬：グリメピリド (glimepiride) 3 mg/日、メトホルミン塩酸塩 (metformin hydrochloride) 1500mg/日、リナグリプチン (linagliptin) 5 mg/日、テルミサルタン

(telmisartan) 40mg/アムロジピンベシル酸塩 (amlodipine besilate) 5 mg/日。漢方薬・サプリメントの服用はなし。
喫煙歴：20本/日 (18歳~50歳)。以後、禁煙を継続している。

職業：土木工事検査員。前職は陸橋工事に従事。粉塵暴露歴あり。

家族歴：父親が癌 (詳細不明)。母親が糖尿病、心筋梗塞。

アレルギー：小麦。

生活歴：他市からの単身赴任者で、直近の職場・業務の変更はない。最近の海外渡航歴・温泉利用なし。自宅ではFF (Forced Draft Balanced Flue) 式石油ヒーターを使用している。動物飼育歴なし。

現病歴：20XX年3月下旬から乾性咳嗽と夜間の38度台の発熱を自覚し、4月Y日に近医を受診した。胸部X線写真で両側上肺野優位のすりガラス影を認め、血液検査では好中球優位の白血球数上昇・CRP高値を呈していたことから細菌性肺炎と診断され、抗菌薬および鎮咳薬を処方された。4月Y+5日に症状の改善を認めないため同院を再診し、胸部X線写真ですりガラス影の増悪を認

市立函館病院 呼吸器内科
〒041-8680 函館市港町1-10-1 上村幸二郎
受付日：2020年3月31日 受理日：2020年6月1日

めたため、精査加療目的に同日当科紹介入院となった。

入院時現症：血圧186/82mmHg, 脈拍113回/分, 体温37.2℃, SpO₂ 94% (室内気), 意識清明. 胸部聴診上, 両側前胸部より fine crackles を聴取する. 心雑音なし.

入院時検査所見 (表1)：血液検査では白血球数 11,000/ μ L および CRP 値 13.92mg/dL と炎症反応が高値であり, 血中プロカルシトニン (PCT) 値も0.50ng/mL と上昇していた. 血清 LDH 値および SP-D 値も軽度上昇していた.

入院時胸部X線写真 (図1)：両側上肺野優位にすりガラス影を認めた.

入院時胸部単純CT (図2)：両側上肺優位に内部に小葉間隔壁肥厚を伴うすりガラス影を認めた. また, 少量の両側胸水も認めた.

表1 入院時検査所見

Hematology		Biochemistry		Bronchoalveolar lavage fluid	
WBC	11000 / μ L	TP	7.0 g/dL	Location	rt.B ⁴ b
Neu	80.5 %	Alb	3.2 g/dL	Recovery rate	54 %
Lym	11.1 %	AST	38 U/L	Total cell counts	6.0 $\times 10^5$ /mL
Mono	4.7 %	ALT	53 U/L	Mono	14.2 %
Eos	3.4 %	LDH	258 U/L	Neu	47.4 %
Baso	0.3 %	BUN	9.8 mg/dL	Lym	35.6 %
RBC	387 $\times 10^4$ / μ L	Cre	0.69 mg/dL	Eos	2.8 %
Hb	11.3 g/dL	Na	136 mEq/L	CD4/8	2.10
Plt	35.7 $\times 10^4$ / μ L	K	3.9 mEq/L	Cytology	class I
		Cl	98 mEq/L	<i>P. jirovecii</i> DNA	negative
		NT-proBNP	717 pg/mL	Culture	negative
					(bacteria, fungus, acid-fast bacilli)
Coagulation data		Serology			
PT	13.4 s	CRP	13.92 mg/dL		
PT%	76 %	SP-D	138 ng/mL		
APTT	29.3 s	KL-6	390 U/mL		
PT-INR	1.09	ANA	±		
		PR3-ANCA	<1.0 U/mL		
		MPO-ANCA	<1.0 U/mL		
		PCT	0.50 ng/mL		



図1 入院時胸部X線写真
両側上肺野優位にすりガラス影を認めた.

入院時気管支鏡検査：気管支内腔に特記すべき異常所見を認めなかった. 右B⁴bにおいて生理食塩水50ml, 3回で気管支肺胞洗浄 (bronchoalveolar lavage : BAL) を施行し, 回収率54%, BAL液 (BAL fluid : BALF) は2回目の回収以降に淡血性を呈した (図3). 総細胞数は 6.0×10^5 /ml と増加しており, 細胞分画では好中球比率 (47.4%) およびリンパ球比率 (35.6%) の上昇を認めた. 右B³aより施行した経気管支肺生検 (transbronchial lung biopsy : TBLB) の病理組織学的所見では肺胞壁の肥厚および炎症性細胞の浸潤を認め, 胞隔炎に矛盾しない所見であった.

臨床経過：職場環境を聴取したところ, 1月からの冬期間はコンクリートの養生 (強度や耐久性, ひび割れ抵抗性等コンクリートの品質を確保するために必要な温度と湿度を保つ作業) のため, 業務用石油ファンヒーター (コンクリートファーネス) が複数台設置されている現場で作業に従事していることがわかった. 使用していた

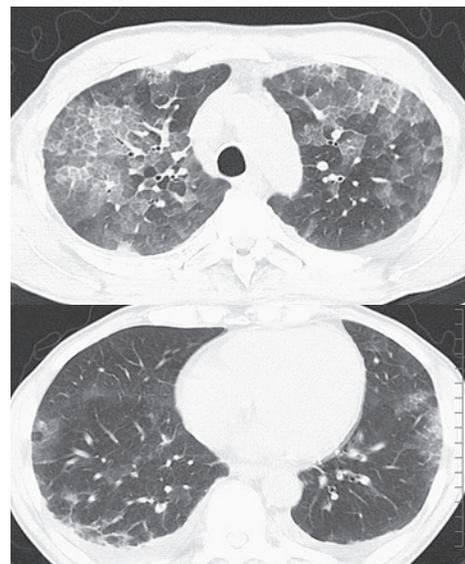
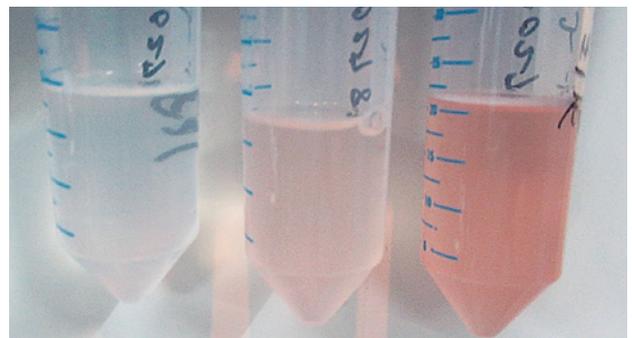


図2 入院時胸部単純CT

両側上肺優位にすりガラス影を認め, すりガラス影内部に小葉間隔壁の肥厚を認めた. また, 少量の両側胸水も認めた.



① ② ③

図3 気管支肺胞洗浄液
2回目の回収以降に淡血性を呈した.

石油ファンヒーターは温風と共に、発生した燃焼ガスも同時に吹出口から送風される開放型暖房器具であったが、作業場はコンクリートやビニールシートで覆われており、換気は不十分であった。職務中、防毒マスクは使用していなかった。また、職場以外への外出はほとんどなく、帰宅後も症状の改善を認めなかった。現病歴、症状、検査所見および画像所見から石油ファンヒーターから発生する排ガスを吸引して発症した肺障害と診断した。第2病日にはSpO₂ 95%（鼻カニューラ2L/分）とSpO₂の低下がみられ、気管支鏡検査後にはSpO₂ 94%（鼻カニューラ5L/分）とSpO₂の低下が進行したため、ステロイドパルス療法としてメチルプレドニゾン（methylprednisolone：mPSL）1g/日の静脈内投与を3日間施行した。第3病日には症状の軽快とともにSpO₂ 97%（室内気）とSpO₂は上昇した。以後ステロイド薬は第5病日から第9病日までプレドニゾン（prednisolone：PSL）60mg/日、第10病日から第13病日までPSL40mg/日と漸減した。第13病日の胸部X線写真（図4）および胸部単純CT（図5）ですりガラス影の消退を認め、両側胸水も消失した。第14病日からPSL30mg/日へと減量し第16病日にステロイド薬の投与を終了した。第17病日に退院となり、外来で半年間経過観察するも再発を認めなかった。

考 察

石油ファンヒーターをはじめとした開放型石油暖房器具は種々の燃焼ガスを発生させ、主成分を占める窒素酸化物（NO_x）の有害性はきわめて高い。窒素酸化物（NO_x）は大気中にも存在し、一酸化窒素（NO）、二酸化窒素（NO₂）、一酸化二窒素（N₂O）、三酸化二窒素（N₂O₃）、四酸化二窒素（N₂O₄）、五酸化二窒素（N₂O₅）、硝酸ミスト（HNO₃）等の種類がある。その中で二酸化窒素（NO₂）は暴露によりときに重篤な呼吸器障害をきたすことが知られている。NO₂中毒はメッキ業、防錆作業、焼きばめ作業中での発生報告があり^{1), 2), 3)}、欧米ではサイロを扱う農作業者に多くSilo-filler's diseaseとして知られている⁴⁾。NO₂は大気中に0.1~0.5ppm存在し、13ppm以上で粘膜刺激症状が出現し、50ppm以上で濃度と暴露時間に相関した肺障害をきたす。われわれが検索し得た限りでは、石油ファンヒーターの使用による肺障害の症例報告はなかった。一般家庭で使用される石油ファンヒーターを使用した際の室内の窒素酸化物濃度を測定した実験ではNO₂濃度は概ね0.5~1.0ppm程度であった。この濃度は大気汚染防止法で規定されるNO₂大気環境基準（6.0×10⁻²ppm）の10倍の数値であり、室内空気汚染の懸念はあるが、急性肺障害をきたす程ではなかった⁵⁾。本症例で使用されていた業務用石油ファ

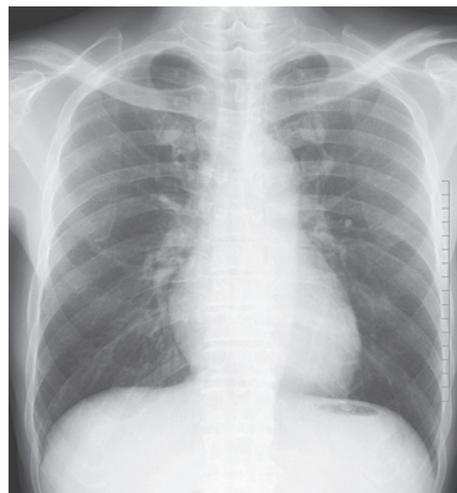


図4 第13病日胸部X線写真
両側肺野のすりガラス影の消退を認めた。



図5 第13病日胸部単純CT
両側肺のすりガラス影の消退を認め、両側胸水も消失した。

ンヒーターの燃料消費量は一般家庭で使用されている暖房器具の10倍以上であり、機器が複数台設置される状況下において、換気不十分等の要素が加わり、室内のNO₂濃度が肺障害をきたす濃度まで上昇したと考えられた。また、現場の監督および検査に与る職務であったため、他作業員と比較し室内滞在時間が長かった事も肺障害を発症した要因の一つと思われた。入院後まもなく、暖房器具は撤去されたため環境調査はできなかった。

NO₂が肺障害をきたす機序としては、末梢気管支まで到達したNO₂が周囲組織に浸透し水溶化され、亜硝酸および硝酸を形成し、化学性肺炎を発症させたり、NO₂自体のfree radicalの作用や生体内で産生されるNO₂由来のfree radical物質による顆粒球エラストナーゼやプロスタグランディン系などのケミカルメディエーターが遊離され、それらが相加的に作用して肺胞-毛細管障害を

生じ、ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome) を発症すると考えられている¹⁾。これらの変化は高濃度のNO₂吸入により短時間で引き起こされるが、中島らはマウスを用いた実験でNO₂の呼吸器官への慢性影響についても病理組織学的に検討している⁶⁾。1 ppm以下の低濃度のNO₂を1か月吸入させたマウスにおいて末梢気管支上皮細胞の線毛の減少、気道粘液分泌の亢進、粘膜下組織および肺胞上皮細胞の浮腫状化、細小血管の鬱血を認めた。この病理組織学的変化は閉塞性障害をきたし、その代償として限局的に肺気腫像を呈する。更なる長期間の暴露により肺線維症を引き起こす可能性も指摘している。本症例では、経気管支肺生検で肺胞壁の肥厚および炎症性細胞の浸潤を認め、淡血性のBALFの性状は血管透過性亢進を支持するものであり、NO₂暴露による肺障害に矛盾しない所見であった。

NO₂を吸入した2～5週間後に発熱、進行性の呼吸困難、咳嗽が再出現し不可逆的な閉塞性障害を呈する線維性閉塞性細気管支炎 (bronchiolitis fibrosa obliterans: BFO) を発症することが報告されている⁷⁾。川浦らはNO₂中毒17例について検討しており⁸⁾、BFOまで進展した症例は1例のみであった。BFOを発症した症例はそれが原因で死亡しているが、他症例は軽快しておりNO₂中毒は比較的予後良好の疾患と思われる。NO₂吸入による肺障害に対する治療において一定の見解は得られていないが、これまでの報告例の多くが急性期の抗炎症・抗浮腫作用、BFO発症予防効果を期待して大量のステロイド薬を投与していた^{1), 2), 3), 8)}。本症例においてもステロイドパルス療法を行い、良好な経過を辿った。ステロイド薬の投与期間については3日間の短期投与症例²⁾のほか、3ヶ月程度の長期間使用した症例⁹⁾もあり、さらなる症例の蓄積によりNO₂吸入による肺障害に対するステロイド薬の適応および投与期間が明らかになることが期待される。

ま と め

石油ファンヒーターの排ガスを吸引して発症した肺障害の1例を経験した。石油の燃焼により発生した窒素酸化物はときに重篤な肺障害をきたす恐れがあり、石油ファンヒーターの使用に際しては十分な換気を確保することが必要であると思われた。

文 献

- 1) 刑部義美, 高橋愛樹, 成原健太郎ほか. 二酸化窒素吸入による中毒の一症例. 昭和医学会誌. 2000; 60: 642-648.
- 2) 嶋津芳典, 小幡八郎. ステンレス防錆剤塗布作業により発症した急性NO₂ガス中毒の4例. 日胸会誌. 1996; 34: 1145-49.
- 3) 鈴木和恵, 立花昭生, 畠山忍ほか. 焼ばめ作業中にNO₂中毒による急性呼吸不全を生じた5症例. 日胸疾会誌. 1993; 31: 517-522.
- 4) Gary R Epler. Silo-Filler's Disease: A new Perspective. Mayo Clin Proc. 1989; 64: 368-370.
- 5) 野崎淳夫, 土屋貴寛, 庄司大輔ほか. 開放型-石油暖房器具使用時の室内環境の変化, 窒素酸化物濃度, 空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集. 2017: 280-283.
- 6) 中島泰知, 織田肇. 窒素酸化物の生体影響. 環境技術. 1973; 2: 12-20.
- 7) Tse RL, Bockman AA. Nitrogen dioxide toxicity. JAMA. 1970; 212: 1341.
- 8) 川浦太, 福岡麻美, 荒金尚子ほか. フッ化水素ガス吸入によると推定された急性呼吸速迫症候群 (ARDS) の1例. 日呼吸会誌. 2009; 47: 991-995.
- 9) 松崎義和, 大串修, 広瀬隆士ほか. 防錆作業中に発症した二酸化窒素中毒の1例. 日胸疾会誌. 1978; 16: 519-524.