中国北部ゴビ砂漠周辺における COPD 患者の肺機能と 黄砂発生との関係

—黄砂多発地域における受診記録の分析より—

蘇雅拉¹ 出嶋 靖志²

Relationship between the lung function and the exposure to Dust and Sandstorm (DSS) of the COPD patients living in the Gobi-Desert of the Northern China : Analysis of the clinical records in the region of frequent DSS exposure

SUYALA¹ and Yasushi DEJIMA²

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a progressive and chronic lung disease with obstructed lung airflow mainly caused by an inflammatory response. The most common irritant that causes COPD is smoking because of its ability to infringe the whole lung. Breathing the chemical fumes or dusts from the environment also can cause COPD.

Dust and sandstorm (DSS) is a serious environmental phenomenon in Northeast Asia. Recently, alkaline DSS adsorb the acid chemicals discharged from the industrial areas of People's Republic of China (PRC), and the sorbents are considered as a risk factor of the lung disease. In the large city, number of patients visited the respiratory division have increased during the DSS occurrence days.

Thus, this study examined the clinical records of the COPD patients admitted to the hospital near the Gobi-Desert in PRC to assess the relationship between the DSS outbreak and the impairment of the lung function.

Significantly lowered lung functions and the increased allergic reactions were observed in the people who stayed in the air polluted area and exposed to DSS for a long time.

These results suggest that restriction of not only smoking but also DSS inhalation, might be important for the COPD treatment, and the anti-allergic treatment seemed to be effective to suppress the inflammation, especially for the elderly patients.

Key words : COPD, sandstorm, lung function, air pollution, bronchitis

慢性閉塞性肺疾患, 黄砂, 肺機能, 大気汚染, 気管支炎

¹ 杏林大学大学院国際協力研究科

² 杏林大学外国語学部観光交流文化学科

¹ *Graduate School of International Cooperation and Development, Kyorin University*

² *Department of Hospitality and Tourism, Faculty of Foreign Studies, Kyorin University*

I 緒 言

COPD とは Chronic Obstructive Pulmonary Disease の略語であり、慢性閉塞性肺疾患を指す。WHO (2004) の推定によれば、世界の 40 歳以上の成人および高齢者の最低 10% が COPD にかかっており、COPD を原因に毎年 275 万人以上が死亡し、世界で 4 番目の病死原因となっている。日本呼吸器学会 (2004) は、タバコの煙、大気汚染物質、有機燃料などの有害粒子が肺の中核や末梢気道あるいは肺胞にダメージを与えることで粘液腺の肥大や肺胞壁の破壊をひき起こすことが COPD の発症原因であると指摘している。有毒粒子によるダメージは粒子の大きさや水溶性などによって異なり、特にタバコの煙は肺の深部を侵害するため、毒性が大きいとされている。

その一方、COPD 発症率は長期喫煙者および高齢喫煙者の何れにおいても 50% を下回る報告がある (Lundback et al., 2003 ; Sherrill et al., 1990)。また、中国国内の三ヶ所で同時に行った喫煙と COPD の発症との関係を解明する調査の結果、喫煙者における COPD 発症率に地域差が存在し、大気汚染などの喫煙以外の多要素が関わっている可能性が示されている (程ほか, 2001)。黄砂は長い歴史を持つが、最近になって、乾燥や土質劣化

を原因に生じた砂漠面積の拡大によってその発生規模がますます増大している (申・楊, 2001)。黄砂発生時の大気中の PM10 や PM2.5 濃度が上昇し、咳等の呼吸器症状と関連するという報告 (Peng et al., 2005) や、黄砂発生時の大都市において呼吸器科受診者数が増加を示したという報告 (Chen et al., 2007) などから、黄砂は COPD を含む呼吸器疾患の発症および病状の悪化に関与する可能性が示されている。

黄砂とは、エアロゾルが強風によって上空に巻き上げられた後、風によって搬送され、沈降する現象である (日本気象庁, 2005)。黄砂の程度の分類は地方によって多少異なるが、今回の調査では、分類が明確であることと、または現地での調査資料を使用することから中国国家気象局 (2003) の黄砂分類方法を用いた (表 1)。この分類は水平視程の差を指標に黄砂を浮塵、揚砂、砂塵暴、強砂塵暴、極強砂塵暴の 5 種類に分けており、あとになるほど黄砂の含有量が増すと考えられる。

黄砂の発生回数および発生日数は年々増えており、特に 90 年代以降は大幅に増加している。黄砂は発生地を遠く離れた地域まで運ばれ、人々の健康に影響を及ぼす報告があり (Kwon et al., 2002)、現在の日本各地でも黄砂は観測されてお

表 1 黄砂の強度別分類

用語	解釈	視程
浮塵 (フウチン)	大気中に砂粒子または土壌粒子などの物質が浮いてある状態、水平視程<10 km にさせる天気現象	10 km 以下
揚砂 (ヨウサ)	風により地表砂塵が巻き上げられ、大気が混濁し、水平視程が 1~10 km になる天気現象	1~10 km
砂塵暴 (サジンボウ)	風により地表砂塵が大量に巻き上げられ、大気がかなり混濁し、水平視程が 1 km 以下になる天気現象	1 km 以下
強砂塵暴 (キョウサジンボウ)	大風 (瞬間風速>17.2 m/s) により地表砂塵が巻き上げられ、大気が非常に混濁し、水平視程<500 m になる天気現象	500 m 以下
極強砂塵暴 (ゴクキョウサジンボウ)	強風 (瞬間風速>24.5 km) により地表砂塵が大量に巻き上げられ、大気が非常に混濁し、水平視程 50 m 以下になる天気現象	50 m 以下

(中国国家気象局, 2003)

り、黄砂問題は周辺諸国を含む広範囲の環境問題となっている。

自然黄砂、すなわち人為的に汚染されていないと見られる黄砂は一般の自然現象として扱われて来た。ところが、中国北西部に発生した極強砂塵暴に相当する「5・5黄砂」に対する研究のなかで黄砂の質が注目されることとなり、黄砂の含有物の50%以上の内容物は燃焼や露天鋳などから発生する人為的物質であることが判明している(楊, 2005)。黄砂は中国の工業地帯から生じた酸化性のガスと反応し、その表面に硫黄酸化物や窒素酸化物を多量に吸着していることが知られている(Mori et al., 2002)。市瀬(2004)は異なる地域の黄砂に含まれる汚染物質濃度を調べ、工業地帯に隣接するマウオス黄砂は自然黄砂に近いシャパトゥ黄砂よりも化学的・微生物学的汚染物質の吸着量が多いことを報告している。さらに、同報告では、汚染物質の含有量がより多い北京の大気中から採取した降下煤塵はマウスに著しい好中球性の炎症を引き起こすことを示しており、このことから工業および生活に由来する降下煤塵と工業排気ガスを加えた黄砂の健康影響が懸念される。

以上を踏まえて、本研究は、汚染度が高いと見られるマウオス黄砂に近いゴビ砂漠の周辺地域の医療施設における呼吸器科の受診患者の中で、COPDの診断基準に一致する患者を対象として、その入院時の黄砂状況、または喫煙状況、職業、居住地などを含む患者の背景因子と肺機能およびCOPD重症度との関連を分析した。COPD重症度はWHOによる分類法にしたがい、肺機能%FEV1.0を用いて評価した。

II 対象と方法

1. 研究地域と研究例について

アジア黄砂の搬送ルートは気象状況や地形によって多様性を示しているが、邱ほか(2001)によれば、主要な搬送ルートには、①東ルート：モンゴル中東部→中国北東部→内モンゴル中東部及び山西省、河北省；②中ルート：モンゴル中西部→内モンゴル中西部、中国北西地方の東部及び華

図1 黄砂の搬送ルート①, ②, ③(邱ほか, 2001)および研究地点

北南中部；③西ルート：モンゴル西部とカザフスタン北東部→新疆ウイグル自治区北西部、華北地区以南地域までの三つに分けられる。今回の調査は中ルート上に位置するゴビ砂漠周辺に位置する内モンゴル自治区のB市を対象に行った(図1)。B市は面積2.8万平方キロメートル、人口は230万人(市内人口160万人)程度いる内モンゴル自治区最大の工業都市として知られている。都市の西端には1953年に建てられた鉄鋼年産量850万トンの鉄鋼工場があり、石炭資源も豊富で、2008年の前半で1187万トンの石炭を火力発電などに投入している(包頭市都市情報データベース, 2006~2008)。

今回の調査はB市にある内モンゴル医科大学付属病院呼吸器内科における2006年度のCOPD入院患者を対象とした。病院はB市の西端に設置し、当地の鉄鋼会社従業員の健康管理が主な業務であるが、一般の患者も来院できる。病院は都市と農村の隣接するエリアに位置することで患者の構成が多様であり、市内と近郊患者のいずれも病状が悪化してから一日以内に通えるところである。患者例は呼吸機能検査を含む検査項目でWHOによる重症度別COPD分類法(表2)に基づいてステージI以上すなわち、一秒率(FEV1/FVC)<70%の患者のうちから無作為に60名を選択した。60名のうち、外傷性肺気腫1名、熱中症1名、間質性肺炎1名とアトピー性気管支炎

表 2 重症度別 COPD 分類

重症度	内容
0	リスクを有する状態 ●スパイロメトリーは正常 ●慢性の症状(咳・喀痰)を有する
I	軽症 ●FEV1/FVC<70% ●FEV1 $\geq$ 80%予測値 ●慢性症状を伴う, または伴わない
II	中等度 ●FEV1/FVC<70% ●30% $\leq$ FEV1<80%予測値 ●慢性症状を伴う/伴わない
III	重症 ●FEV1/FVC<70% ●FEV1<30%予測値, または FEV1<50%で呼吸不全もしくは右心不全の徴候が存在

GOLD Workshop report (WHO) による.

表 4 月別入院患者数および黄砂発生の回数と日数

月	入院者数 (%)	黄砂回数 (%)	黄砂日数
1	3 (5.8)	1 (4.3)	4
2	4 (7.7)	3 (13.0)	4
3	8 (15.4)	5 (21.7)	12
4	8 (15.4)	6 (26.1)	14
5	5 (9.6)	3 (13.0)	4
6	5 (9.6)	2 (8.7)	5
7	1 (1.9)	0	0
8	2 (3.8)	0	0
9	3 (5.8)	1 (4.3)	1
10	5 (9.6)	0	0
11	5 (9.6)	1 (4.3)	1
12	3 (5.8)	1 (4.3)	1
計	52 (100.0)	23 (100.0)	46

B市気象局の提供資料(2006)による.

(気管支拡張剤投与後のBD後肺機能(FEV1)改善率 $\geq$ 15%かつ増加量 $>$ 200ml)5名, 合計8名の患者例を除き, 52名の患者を分析に用いた(表3).

2. 調査項目

B市気象局のデータを基に2006年度の黄砂発生状況を把握し, その発生時期, 発生日数および対象者の黄砂経験日数すなわち, その患者が入院する直前に黄砂が連続何日発生していたか, または黄砂の発生頻度と強度などとそれに相応する

表 3 対象者の診断別内訳

主要診断	対象者数	割合 (%)
気管支炎優位型	29	55.8
肺気腫優位型	8	15.4
CCP*	8	15.4
呼吸不全(II型)	4	7.7
肺癌(上皮癌, 気管支癌)	3	5.8

*, CCP: Chronic cor pulmonale.

COPD患者例の入院数, 重症度, 肺機能などとの相関および相違点を分析した. 次に, B市環境監視測定ステーションの区画に従って対象者の居住地域をグループ化し, 黄砂との関連を考察した. また, 対象者の喫煙状況, 年齢, 仕事などの背景因子による肺機能の違いを比較してその相違をもたらした可能性のある要因を検討した. COPDの発症および悪化要因として, 慢性炎症とアレルギーが関与する可能性を調べた.

なお, 黄砂との関連を分析する際には, 黄砂発生当日及びその翌日の入院COPD例を使用した.

3. 統計処理

統計処理はSPSS 11.0J for Windowsを使用した. 名義尺度同士の関係にカイ2乗検定, 要因間の関係分析にPearsonの相関係数, 平均値の差にt検定, 要因分析には分散分析およびTukeyの多重比較を用いて有意性を検討した.

III 結 果

1) 表4に月別入院患者数と黄砂発生状況を示した. COPD患者の入院者数は3月と4月に最も多く, この2ヶ月だけで年間患者例の30%を超えている. この2ヶ月(3月と4月)は黄砂発生回数が最も多い時期であり, 全23回のうち11回が発生している. 黄砂種別では, 表5に示すように, 中程度の強度である揚砂と砂塵暴の合計が半数以上であり, 浮塵は5回, 強砂塵暴は3回と少なかった.

2) COPDと喫煙の関連に関する研究では, 患者の喫煙状況の評価に喫煙指数すなわち一日喫煙

表 5 黄砂の種類別発生回数と日数

黄砂種類	浮塵	揚砂	砂塵暴	強砂塵暴	合計
発生回数	5	7	8	3	23
(%)	(21.7)	(30.4)	(34.8)	(13.0)	(100.0)
発生日数	11	8	18	9	46

B市気象局の黄砂データ(2006)による。

本数×喫煙年数の値が多く用いられる(程ほか, 2001)。本研究対象者においても喫煙指数と肺機能との間に有意($p<0.01$)な負の相関が認められた(図2)。

3) 今回の対象者の肺機能は男女間に有意差が認められなかったため, 肺機能と年齢との相関に男女を合わせて分析したところ, 年齢と肺機能に有意($p<0.01$)な負の相関が認められた(図3)。

4) 対象者の従事する職種を黄砂への曝露の程度別に3段階に分け, 曝露水準別に肺機能の違いを分析した。曝露の程度は黄砂および粉塵との接触が多い戸外労働を危険とし, 曝露の程度高には農作業および鉄鋼工場の粉塵作業場, 環境整備などが含まれ, 曝露の程度中には工場の管理職, タクシー運転手, 自由業者などの職種があり, 教育や主婦などの比較的に安全である職種を曝露の程度低にした。分析の結果, 曝露の程度高の職種と曝露の程度低の職種の間に肺機能の平均値における有意($p<0.05$)な差があった(表6)。

5) B市環境監視観測ステーションは, 図4に示すように大気中の SO_2 濃度予測値によってB市をa, b, c, dの4区に分けている。この4区は, 人口構成や生活様式がある程度異なっており, SO_2 の濃度が最も高いa区は工業地帯で, c区は旧区の商業区, d区は近郊の農業地帯, b区は住宅地となっている。

居住地区を工業・農業地であるa, d区と住宅・商業地であるb, c区に分けて黄砂の有無で重症度を比較したところ, 黄砂発生時のa, d区における肺機能の平均が有意($p<0.05$)に低かった。また, a, d区において, 黄砂がなかった時と黄砂発生時の肺機能に有意差($p<0.01$)があり, 黄

図 2 喫煙指数と肺機能との相関

図 3 年齢と肺機能との相関

砂の影響が顕著であることを示した(表7)。

6) 対象者における入院直前の黄砂連続発生日数を対象者の黄砂経験日数とし, 肺機能との相関を分析したところ, 図5に示すように有意($p<0.01$)な負の相関があった。

7) 中国国家気象局による分類に基づき, 黄砂の強度と肺機能との相関を分析したが, 図6に示すように有意な相関はなかった。

8) 福地(2006)の報告によれば, COPDの主要な症状である呼吸困難や慢性の咳や痰を引き起こす原因には慢性炎症から生ずる気流制限が挙げられている。対象者のCOPD重症度別に咳・痰を有する年数の平均値を比較したところ, 咳・痰年数に有意差がみられ($p<0.05$), 慢性炎症と

表 6 職業別空気汚染物質曝露の3水準（高中低）による肺機能の差違

曝露水準	肺機能 (%FEV1.0)	主な職種
高	43.43 ^a ±14.82	選鉱, コークス化, 農業, 鉱石運送, 環境整備, 国境警備など
中	53.70 ^{ab} ±16.11	工場管理職, 個人業者, 建築業者, 工場機械操作, 公務員, スポーツ教員, 紡績業, タクシー運転手, アルミホイル工場従業員, 自由業者など
低	63.34 ^b ±23.16	教育部門, 家庭主婦など

a, b: 異なるアルファベットのついた数字は有意差あり, $p < 0.05$ (Tukey の多重比較検定)

図 4 B 市の SO₂濃度測定による区画図

B 市環境監視測定ステーション提供の資料 (1992) を改変

表 7 居住地域および黄砂発生の有無による肺機能の差違

居住地域グループ		黄砂発生	
		有り	無し
a (工業) および d (農業)		31.88 ^{xy} ±11.14	53.66 ^y ±12.57
b (住宅) および d (商業)		55.84 ^q ±16.57	58.43±20.09
ANOVA	居住地域要因	$p < 0.01$	
	黄砂要因	$p < 0.05$	
	交互作用	$p < 0.05$	

x, y: 「黄砂あり」と「黄砂なし」の違い, 異なるアルファベットは $p < 0.05$ (Tukey).

p, q: 居住地域要因の違い, 異なるアルファベットは $p < 0.01$ (Tukey).

COPD の重症化が関連する可能性が示唆された (表 8).

9) 市瀬 (2004) の研究によると, 黄砂は抗原の誘発やアレルギー増悪作用によって気管支喘息を著しく増悪させると報告している. 気管支拡張

剤投与後の肺機能すなわち FEV1.0 の改善率が 0 以下の対象者をアレルギー性なし, 改善率が 0 より大きい対象者をアレルギー性ありとして黄砂の有無とアレルギー性の有無による患者数の違いを調べたところ, 黄砂発生時にアレルギー反応を示

図 5 黄砂経験日数*と肺機能との相関

*：入院直前の連続黄砂発生日数

表 8 B 市の COPD 入院患者における、重症度別の咳・痰年数

		COPD 重症度*		
		I	II	III
咳・痰年数	52	5.00 ^a ±0.00	22.63 ^{ab} ±14.46	36.67 ^b ±11.18

*：WHO による COPD 重症度の分類（表 2）

a, b：咳・痰年数平均値の違い、異なるアルファベット p < 0.05 (Tukey)。

した対象者の割合は 52.9% で外の条件より有意に多いことが認められ (p < 0.05)，黄砂とアレルギーの間に関連がある可能性が示唆された（表 9）。

IV 考 察

今回の調査では、COPD 患者の入院した時点での黄砂発生活況を分析することによって肺機能との関連を解明することを試みたが、黄砂に曝露した日数の増加によって対象者の肺機能が有意に低下し、COPD 患者の肺機能への黄砂の影響が示唆された。粉塵への曝露が多いとみられる仕事に従事する人を対象に行った中国での研究では (Tu Yong-qin, 2008)，粉塵への曝露時間が増えること

図 6 黄砂強度と肺機能との相関

表 9 B 市の COPD 入院患者における、黄砂の有無とアレルギー反応の有無による分類

黄砂	n	アレルギー反応*	
		有り	無し
有り	51	52.9%	11.8%
無し		15.7%	19.6%
		カイ二乗検定	p<0.05

*. 気管支拡張剤投与後の FEV_{1.0} 改善率 ≤ 0 の例をアレルギー反応無し、改善率 > 0 の例をアレルギー反応有りとした。

によって肺機能に異常を表す例が増加し、粉塵の吸入による肺機能の低下が判明している。黄砂は自然界に存在する多様な粒子状物質の高濃度な複合体であり、人に多量に吸入させることで肺機能に病理変化を引き起こす可能性は十分考えられる。上述した黄砂からの影響を特定するため、対象者の長期に滞在していた地域（自宅あるいは宿舍、職場）および従事していた仕事などの生活要因を受診記録から割り出し、黄砂との複合作用を分析した。その結果、研究地域の環境監視測定ステーションによる SO₂ 濃度に基づいて区画した地区のなか（図 4），大気汚染が嚴重である工業地区および地表面の状態が不安定である農村部に属す

る対象者の肺機能が有意に低かったが、大気汚染の状態が工業地区と同じくひどい地域である旧区における黄砂の影響は顕著ではなかった。その大きな原因の一つとして、黄砂の沈着に影響する現地の特殊な地形が考えられる。すなわち、実際の黄砂粒子の沈着には、自由沈降のほかに輸送抵抗、高気圧や降雨・凝集による沈着の促進など様々な影響要因があり（環境省，2007），研究地域には北のほうに輸送抵抗となる陰山山脈が横たわり、山脈の北部および西の地域で黄砂の被害が非常に大きいことから（Wu, 2002），山脈などの自然の遮蔽が無く、黄砂の襲撃を真っ先に被る地区の黄砂被害が大きくなったことが考えられる。

粉塵の多い作業場における粉塵の吸入による健康被害が取り上げられていることから（Tu Yong-qin, 2008），COPD 患者の職場における黄砂発生時の粉塵による肺機能低下を考慮する必要がある。そのため、職場における黄砂の曝露程度を見積もり、戸外労働および黄砂との接触機会の多少に基づいて職場における黄砂影響を分析したが、曝露水準「高」と「低」の対象者に肺機能の有意差が現れ、職場における黄砂影響が反映された。

環境汚染物質はその毒性×曝露濃度×曝露時間の量および個人的要因によって生体への影響が異なってくる。同じ黄砂の場合、黄砂の強度によって黄砂濃度が異なり、強度と曝露時間の差によって健康被害が相違することが予想される。ところが、分析の結果、黄砂に曝露された時間を表す黄砂経験日数（入院までの黄砂発生日数）と対象者の肺機能が有意に相関したが、黄砂の強度と肺機能は相関しなかった。社会的な原因として、短時間の黄砂襲撃に対して、家を出ないなどの措置をとることで黄砂の吸入を減少させるのが可能だが、黄砂発生が長時間になるにつれて外出の必要が生じてくる。また、黄砂の移動パターンは粒子の大きさに従って地表面を転がるように進む砂①、跳ねながら進む砂②、空中を浮遊する砂③の三つに分けられるが（環境省，2004），長時間発生する強度の低い黄砂には③の移動パターンをする浮塵が多く、粒径が小さい傾向があるため肺の深部ま

で吸い込まれる可能性がある。さらに、黄砂の発生が長時間になれば酸欠および気温の低下を原因とする呼吸方式の転換（鼻呼吸から口呼吸へ）が現れる。粒子状物質の気道への沈着は粒子の性状、気道の解剖学的要因、呼吸パターンに依存するが、呼吸パターンには鼻呼吸と口呼吸の違いがある。鼻呼吸によって粒径が $2\sim 20\mu\text{m}$ の粒子の 90% は鼻腔に、 $1\sim 5\mu\text{m}$ の 50% が気管気管支領域に留まるが、口呼吸になると $10\sim 20\mu\text{m}$ の粒子の 95% 以上が気管気管支に、 $1\sim 10\mu\text{m}$ の約 60~80% は細気管支レベルに、 $1\sim 5\mu\text{m}$ の粒子の 40~50% は肺胞レベルに沈着し、肺の深部に被害を及ぼす可能性が生じる（環境省，2002）。以上の理由から、黄砂への曝露時間が長引くにつれて肺へのダメージが増大していくことが想像される。

COPD の最大原因は喫煙とされており、喫煙量の目安として 1 日当たりの平均喫煙量（本数）と喫煙年数を掛け合わせた喫煙指数（プリंकマン指数）がよく用いられる。本研究においても喫煙指数が大きく、高齢であるほど COPD の症状が悪化するという従来の報告と一致し、禁煙による COPD 対策が重要であることが改めて示された。

Turato et al. (2002) によれば、mild/no COPD の喫煙者に比べて重症の COPD を有する喫煙者の細気道に有意な白血球の増加がみられ、重度な COPD 患者に慢性炎症を有する割合が大きいと報告している。慢性気管支炎により気道分泌物が亢進し、慢性的に咳・痰が続く状態になる。本研究において、対象者の咳・痰年数を指標に対象者の慢性炎症を有する年数と肺機能との関連を評価したが、慢性炎症は COPD 患者の肺機能低下に直接関係する可能性が認められた。

その一方、渡辺（2008）は大気中の粉塵の状況を分析した結果、黄砂が飛来した日は飛来しなかった日よりアレルギー症状を引き起こす Ni や Cd、カビ成分などの含有量が有意に多く、黄砂に付着した有害物質が喘息症状に悪影響を与える可能性があるとして報告している。そのため、気管支拡張薬吸入によって一秒量を指標とする肺機能改善率が 0 より大きい COPD 患者例を利用してアレ

ルギー反応を考察したところ、黄砂によるアレルギー反応が一部認められた。

今回の研究では、黄砂の多発と COPD 入院患者数の増加が時期的に一致したが、入院者数を影響する要因が多様であり、そこに含まれる黄砂影響に対する科学的な解釈がまだ不十分である。例えば、今回の調査において、1, 2 月のお正月、7, 8 月の猛暑といった社会的な原因によって入院者数が減少する傾向があったと考えられる。また、現地の状況により患者の構成が都市部の患者に偏り、地域全体を完全に代表できるとは言いがたく、今後の研究において、研究対象者の選択に注意すべきである。黄砂研究において、研究目的に応じた分類が多いが、黄砂の健康へのダメージに基づいた分類法はまだない。黄砂の健康影響を把握するため、現地調査を通して黄砂の物理的および化学的性質の定量分析を行い、そこに現れる健康問題との間にいっそう進んだ精密な研究を展開することが必要であろう。

文 献

- Chen Xiao-yan, Niu Jing-ping, Ding Guo-wu et al. (2007) : Effect of sand dust storm on incidence rate of respiratory diseases, *Journal of Environment and Health*, 24, 63-65
- 中国国家気象局 (2003) : 地面気象観測の手引き, <http://www.weathercn.com/room/shu.yu.jsp>
- 福地義之助 (2006) : 高齢者診療のツボ・COPD, 5-7, 日本医事新報社 (東京)
- 市瀬孝道 (2004) : 黄砂の肺毒性およびアレルギーへの影響, 大気環境学会第 45 回年会講演要旨集, 250-252 (東京)
- 環境省 (2002) : ディーゼル排気微粒子リスク評価検討会平成 13 年度報告, 10-15
- 環境省 (2004) : 黄砂問題検討会中間報告書, http://www.soc.nii.ac.jp/jec/ecinfo/taiki_a_1_2_2.htm
- 環境省 (2007) : 黄砂実態解明調査中間報告書, 61-62
- 邱 新法, 曾 燕, 廖啓龍ほか (2001) : 中国における砂塵暴 (黄砂) の時空分布およびその移動経路, *Acta Geographica Sinica*, 56, 316-322
- Kwon HJ, Cho SH, Chun Y, et al. (2002) : Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul Korea, *Environment Research*, 90, 1-5
- Lundback B, Lindberg A, Lindstrom M, et al. (2003) : Not 15 but 50% of smokers develop COPD? Report from the Obstructive lung Disease in Northern Sweden Studies, *Respir Med*, 97, 115-122
- Mori I, Nishikawa M, Tanimura T, et al. (2002) : Change in size distribution and chemical composition of Kosa (Asian dust) aerosol during long-range transport, *Atmos Environ*, 27, 4253-4263
- 日本気象庁 (2005) : 異常気象レポート, http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate_change/2005/pdf/2005_all.pdf
- 日本呼吸器学会 (2004) : COPD 診断と治療のためのガイドライン第 2 版, 2-6, 日本呼吸器学会 (東京)
- Peng Rui-ling, Pan Xiao-chuan, Zhang Yi-xiang, et al. (2005) : Relationship between dust storms and acute impacts in Baotou City, *Journal of Environment and Health*, 22, 249-251
- Sherrill M, Lebowitz D, Burrow B, et al. (1990) : Epidemiology of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, *Chest Medical*, 11, 375-388
- 申 元村, 楊 勤業 (2001) : 中国における沙暴, 塵暴災害およびその予防と対策, *Disaster Reduction in China*, 11 (2), 27-30
- Tu Yong-qin (2008) Analysis on the determination of lung function among 1392 dust exposed workers, *Occupation and Health*, 24, 1379-1380
- Turato G, Zuin R, Miniati M, et al. (2002) : Airway inflammation in severe chronic obstructive pulmonary disease : relationship with lung function and radiologic emphysema, *Am J Respir Crit Care Med*, 166, 105-110
- 程 顕声, 李 景周, 張 珍祥ほか (2001) : 喫煙と慢性閉塞性肺疾患発病率との関係, 慢性閉塞性肺疾患論文集, 23-28, 軍誼出版社 (北京)
- 渡辺仁成 (2008) : 喘息患者に黄砂が与える影響, *日本呼吸器学会雑誌*, 46 (増刊号), 309
- WHO (2004) : Global initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs315/en/index.html>
- Wu Zhong-huan (2002) : Hazard of sandstorms/dust-storms in China and the control countermeasures, *Rural Eco-Environment*, 18, 1-5
- 楊 根生 (2005) : 中国北西地域における“5・5”黄砂の被害および対処, 風砂災害論文集, 4-23, 海軍出版社 (北京)

(受稿 2009.1.8 ; 受理 2010.3.16)