

2.4. 黄砂の記録・被害

2.4.1. 黄砂の歴史記録

黄砂現象は太古から春先に多く見られる気象現象の一つであり、また自然災害であることはよく知られており、紀元前 1150 年頃既に中国の歴史書の中に「塵雨」という言葉が記載されていた。その後長い年月に渡り同様な表現が中国の各地方の史誌に記録されているが、それはあくまで関係者の肉眼で観察した結果であった。中国の歴史資料の中では、黄砂の沈降現象は、「雨土」、「雨砂」、「土霾」、「黄霧」などと呼ばれており(石 1991)、紀元 300 年以来の雨土の発生年表が作られている。

記録に残る韓国最古の黄砂現象は「三国史記」に現れる。新羅阿達羅王(西暦 174 年)時代に「雨土」という記録が残っている。当時黄砂現象は、天の神様が怒り、雨や雪ではない土粉を振りまいたために発生するものと信じられ、王と側近たちは大変恐れていたとされる。朝鮮半島の黄砂現象は主に春に観測されているが、高句麗時代(644 年)の陰暦 10 月に降った雪は赤かったという記録も残っている。これは雪に黄砂が混じていたためと考えられている。「高麗史」という朝鮮時代の文献にも「ソウルに土雨が降った。全螺道の全州、南原には雨の後、煙のような霧が広がり、掃くと埃になり、吹くと飛び散った」とあり、黄砂現象を詳細に説明している(韓国気象庁 2002)。

日本でも古くから黄砂現象が認められており、古文書などにもしばしば泥雨、赤(紅)雪、黄雪の観測記録が残されている。江戸時代に編纂された「本朝年代紀」という文献には、文明 9 年(1477 年)に北国に紅雪が降ったとの記載がある。

2.4.2. 黄砂の発生状況

2.4.2.1. 中国の降塵記録

過去 1,000 年間については中国の古文書の記録から、降塵頻度の経年変化が復元されている。この経年変化と、1995 年に発表された祁連山脈の敦徳氷舌の中の微粒子の含有量を比較して、比較可能な 1450 年以後の時代についてみると、両者の変化はよく並行している。また、この降塵の頻度の経年変化と気温の変化を比較すると逆相関が明らかである。すなわち、気候の寒冷な時代の黄砂沈降は 3.7 回/10 年であったのに対し、温暖な時代には寒冷な時代の約半分で 2.1 回/10 年であった。また、寒冷な時代に降塵の量も多かった。

これは、寒冷な時代、例えば小氷期(18 世紀後半から 19 世紀後半まで)は、東アジアでは対流圏上層の西風は強く、対流圏下層の寒波の吹き出しも強かったと推定されているため、中国西北部には強い寒波が数多く流入し、黄砂の原因となる砂塵嵐発生の頻度は多かったことが考えられる。温暖な時代はこの逆で砂塵嵐の回数は少なかった。

たと考えられる。

新疆ウイグル自治区の 46 地点の 30 年平均値では砂塵嵐日数は 4 月に最多で、年の 20.3%に達する。春から初夏の 3・4・5・6 月の 4 ヶ月を合計すると年の 69.3%になる。敦煌から河西回廊に至る 8 地点における 1961 年～1990 年の 30 年間の砂塵嵐の月別日数によると、春・夏・秋・冬はそれぞれ 46%、26%、9%、19%となり、春が最多である(吉野 2002)。

2.4.2.2. 日本の黄砂現象

日本における黄砂現象の年変化は、3 月～4 月に最多頻度となり、小さい極大が 11 月にも現れる。統計期間の差によって多少の差があり、20 世紀の前半を含むと 3 月と 4 月はほぼ同じ回数を示すが、後半のみの統計では、3 月が極大となり、2 月も 4 月と同じくらいの頻度となる。つまり近年発生が早くなってきたように見える。これは気温の上昇が原因の可能性がある。過去、冬から春にかけて黄砂発生源地域の日最低気温は 0.3～0.7 /10 年の割合で上昇しており、ところによっては 1.0 /10 年に達するため、近年、春の雪解けが早くなり春の黄砂シーズンが早くなりつつあると考えられる。

また、日本の 1967 年から 2004 年までにおける黄砂の観測回数の経年変化を見ると、1991 年以降、回数は少なかったが、2000～2002 年は急激に増加した(図 2 - 2)。

輸送経路に関する研究によると、1992 年の 1 年間に日本海に面した山陰の大山の山頂に到達した気塊の流跡線を求めると、通年では中国及び韓国の上空を経由する経路が 32%、中国南部から北九州を経由する経路が 22%で、両方合わせて、この狭い領域からの気塊が 54%を占める。特に冬にはその割合は 60%を超えている。そして、この領域にはいずれも現在急速に経済発展を遂げている韓国と中国がある(吉野 2002)。

日本への黄砂の飛来について、黄砂の観測数が多い年と少ない年の循環場の合成図を作成し、それぞれの循環場の特徴を調査した結果、黄砂の多い年は中国東北部周辺で低気圧が発達しやすく、砂塵嵐の発生しやすい状況が示唆されるとともに、下層の西風が平年よりやや強く、黄砂が輸送されやすい状況にあることが判った。日本での黄砂の観測数が 4 月に次いで多い 3 月についても同様に調査したが、4 月にみられた特徴が 3 月にも共通してみられ、特に中国東北部周辺における低気圧の発達、黄砂の多い年と少ない年でその差がより明瞭であった。

図 2 - 3 に、中国 681 地点及び日本 108 地点の黄砂ののべ観測数の経年変化を示す。中国については砂塵嵐の発生回数である。日本の黄砂ののべ観測日数は 1980 年代後半まで年間 300 日を超えることは少なかったが、1988 年以降は頻繁に 300 日を超えており、2000 から 2002 年の 3 年間は 700～1200 日と特に多くなっている(気象庁 2003b)。なお、この間に観測地点の数に変動は無い。

2.4.2.3. 韓国における黄砂

1980年代以降年間黄砂回数は上昇傾向にあり、1980年代は年平均3.9日であったものが、1990年代には平均7.7日、そして2001年には27日を記録した。また、2002年春には2回の大きな黄砂飛来があり、大きな被害が報告されている。

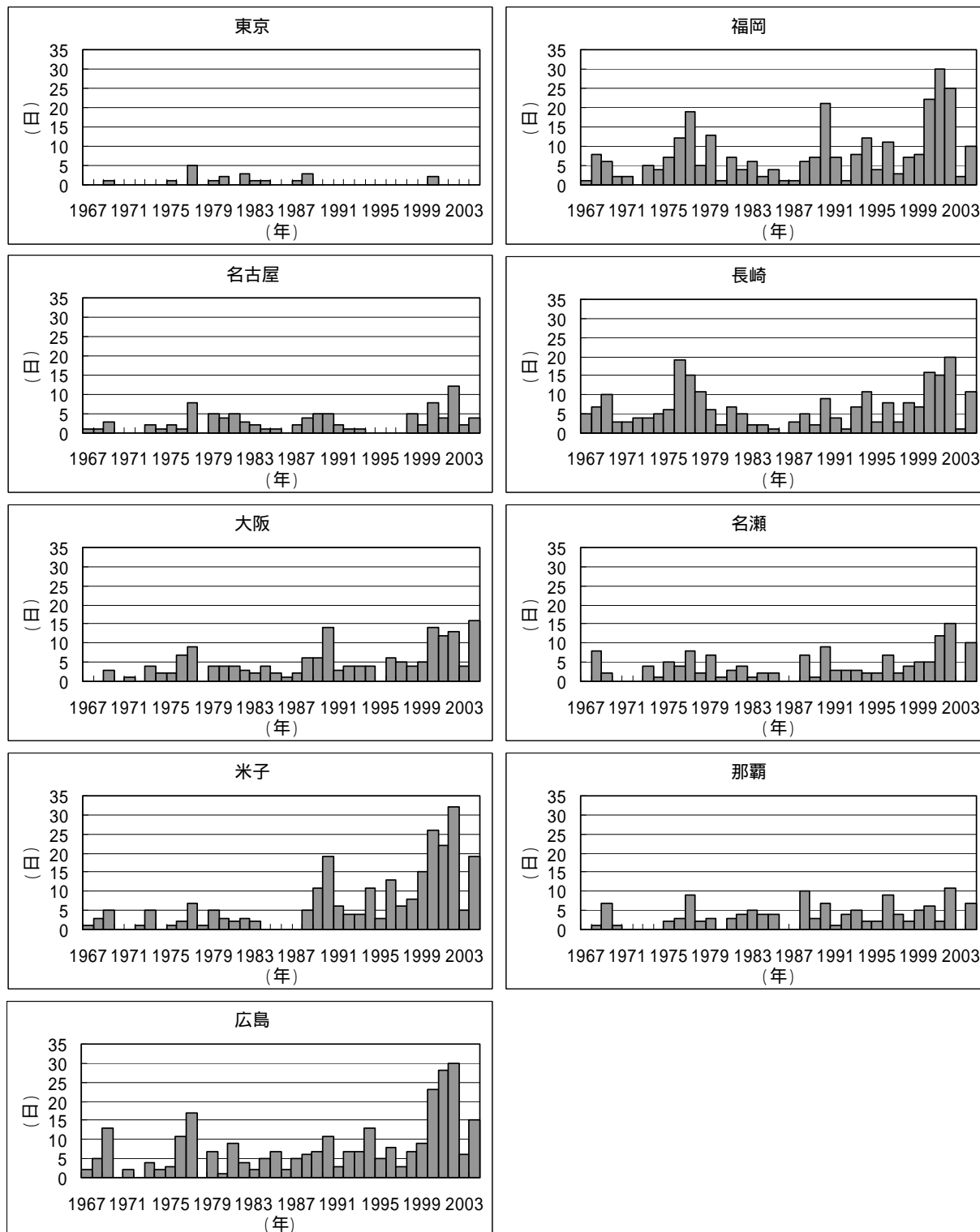


図2 - 2 日本各地の年間黄砂日数(1967 - 2004年)
(気象庁 2003a を元に最新データを追加)

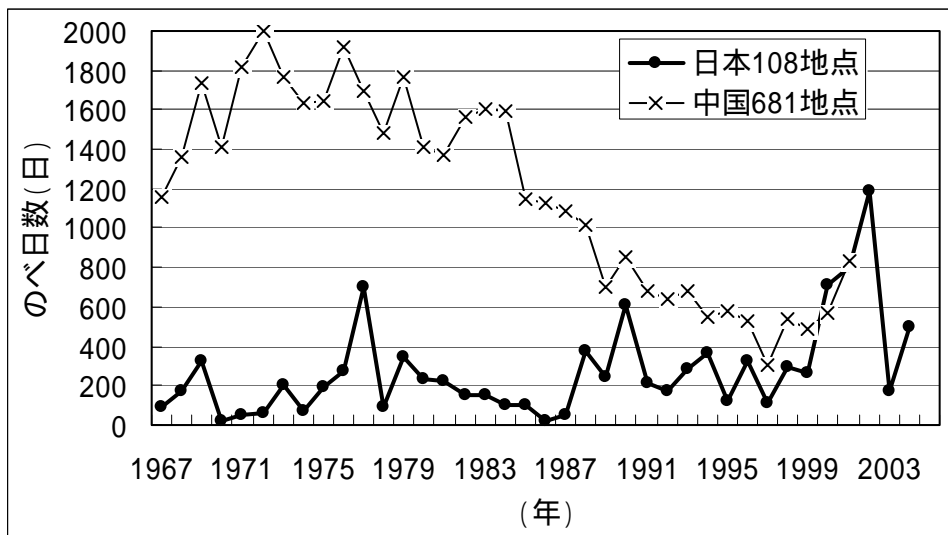


図 2 - 3 日本の黄砂と中国の砂塵嵐観測のべ日数の経年変化(年間)
(1967-2004 年)
(気象庁 2003b を元に最新データを追加)

2.4.3. 黄砂・砂塵嵐の被害状況

2.4.3.1. 中国における砂塵暴天気がもたらす被害

中国において記録に残る大きな砂塵嵐の被害は、1949 年～2000 年までの 52 年間のうち、33 年で 1 回以上報告されており、被災地域は約 140 に及んでいる。その中で、人・家畜被害の最大のものは、1993 年 5 月、中国北西部に発生したもので、被害の多くは、家屋の倒壊・焼失、鉄道の埋没、電柱の倒壊、電線の切断、耕地・果樹園の埋没などを伴ったものであった(Lu 他 2001)。

(a) 1993 年 5 月の特大砂塵嵐の状況

この砂塵嵐は、1993 年 5 月 3 日の午後 8 時にシベリア方面からの冷風に伴い新疆ウイグル自治区北部のグルバントングト砂漠に発生し、甘肅、内モンゴル、寧夏の計 4 省・自治区、74 市・盟に甚大な被害を与えた。砂塵嵐は甘肅省に入り 5 月 5 日午後 3 時に瞬間最大風速は 34m/sec を記録し、砂塵の壁は 300m の高さに達し視程はほとんど 0m となった。この砂塵嵐が最終的に寧夏回族自治区内で終息したのは、5 月 6 日午前 9 時のことであった。

この砂塵嵐により、交通・通信網が麻痺し、断水や停電が発生した。住宅・施設の崩壊・倒壊、農耕地への砂の堆積、更には多くの人的被害などに加え、大気に浮遊した黄砂粒子は遠く北太平洋まで達した。中国林業省の当時の調査によると、この砂塵嵐により 85 人が死亡、264 人が負傷した。また、373,000ha の農作物が被害を受け、120,000

頭の家畜が死亡・行方不明となった。更に、1,000km以上の灌漑水路が埋没し、6,021本の電柱が倒壊し、37本の貨物列車が運休あるいは遅延し、28,000トンの工業用塩類が吹き飛ばされた。これらの直接被害額は5.6億元(約73億円：1元=13円として)と見積もられている。

直接的被害に加え、多くの土地で10~30cmの表土が失われ、土地の生産性が著しく衰退した。また、砂丘が1~8m移動し、農地や牧草地に侵入してきた。更に、吹き上げられた砂塵により周辺住民の健康影響もあったものと推定される(Yang 他2001)。

(b) 2000年春の北京での被害状況

2000年春には北京で砂塵暴天気が頻発し、その発生数の多さと強さは1990年代を通して最高であった。そのため、北京を始めとする風下地域においては、交通運輸及び人々の仕事や生活に大きな影響を与えた。

気象予報及び実際の記録によると、2000年春、北京で合計9回の砂塵暴天気が発生した。詳細は以下の通りである。

- ：3月3日昼、浮遊塵現象が発生した。
- ：3月17日、夜から3月18日昼まで揚砂、浮塵、強風現象が一日中続いた。
- ：3月22日、夜から23日昼まで揚砂、強風現象が一日中続いた。
- ：3月27日昼、揚砂、強風現象が一日中続いた。
- ：4月3日午前中、揚砂、強風現象が半日続いた。
- ：4月6日、揚砂、浮塵と強風現象が一日中続いた。
- ：4月9日、浮塵現象が一日中続いた。
- ：4月25日昼、揚砂及び浮塵現象が続いた。
- ：4月29日、強風、揚砂及び浮塵現象が一日中続いた。

上記の中で、4月6日に発生した砂塵嵐は最も激しいものであった。4月6日午前10時頃、北京市が突然砂塵嵐に襲われ、目の前の建物の輪郭だけが浮かび上がり、街中にはビニール袋やゴミが空一面で飛びかい、通行人は次々と屋内に避難し、建築現場は作業を停止した。建物の中に砂塵が侵入し、道路上の車両はドアを閉めて、ゆっくり進むという状況であった(吉野 2002)。

中国では砂漠化の進行に伴い、砂塵嵐による被害が増大しており、1990年代の直接間接的な年平均経済損失は15億元(約195億円：1元=13円として)と推計されている(Yang and Lu 2001)。

2.4.3.2. 韓国における黄砂の被害

2002年3月21~22日の黄砂の大飛来時には社会経済面に甚大な被害をもたらした。ソウルでは3月21日にPM10濃度 $2,266 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を記録し、開校以来、初めて黄砂を原因として幼稚園、小中学校、高等学校計4,949校に休校令が出された。視程の悪化により航空機が102便欠航し、精密機器工場は操業を見合わせ、病院では、呼吸器科、皮膚科、

眼科に通院する患者が急増した(Chu 2004)。これにより黄砂問題についての関心が韓国国内でも一気に高まることとなり、黄砂に対する法整備も行われた。

Kang(2004)は、黄砂の被害を死亡率増加、入院、通院治療、被害回避費用、公共福祉の喪失の5点から推計した。その結果、韓国における年平均黄砂被害額は3,640億ウォン(約364億円：1ウォン=0.1円として)と計算している。

2.4.3.3. 日本における黄砂の被害

日本における黄砂による被害としては、粒子状物質による大気汚染、視程の悪化による飛行機の運行障害、自動車や洗濯物への黄砂粒子の付着などが認識されている。近年、半導体産業のように高度の清浄環境を必要とする工場施設において、黄砂発生時期に不良品率の増加やフィルターの目詰まりなどが発生している。ただし、黄砂との因果関係の調査は行われていない。

農林水産省が行った日本国内での農畜産物に対する被害調査では、大きな被害は確認されていない。全農家を調査したものではないが、野菜関連と畜産関連で以下のような調査結果が得られている。

(a) 野菜関連

収穫期にあるものは、ハウス等の施設物であり、野菜に被害が出るとは見込まれない。畑(露地)にはまだ作物が少なく、あるのは播種(植え付け)間もないものであり、被害は出ないと見込まれる。ただし、ハウス等は、黄砂が積もり光線透過を妨げられることがある。

(b) 畜産関連

黄砂被害の報告は受けていない。黄砂とともに飛来するヨトウガにより、飼料作物に影響を受けたことはあるが小規模であった(ヨトウガの飛来は、黄砂というよりも強風のためと思われる)。

2.4.3.4. 黄砂の健康影響

中国の医療専門家は、砂塵は人体の呼吸器系統に対して、最大の危害を与えるものであると報告している。砂塵粒子の鉱物成分のほか、砂塵の中に細菌、菌類、化学汚染物質などを含んでいる可能性がある。砂塵の中の微小粒子は肺の組織に侵入し、特に免疫力が弱い人は影響を受けやすい。流行病の調査で、空気中の砂塵の増加につれて、肺部感染、心血管疾患、心筋梗塞、高血圧及び脳卒中などが増えていることが分かった(新生網 2002年5月28日付け)。

韓国では、1995年～1998年の3、4、5月の3ヶ月について、ソウルで観測した黄砂現象期間(現象終了後の3日間を含む)と非黄砂現象期間のヒトの死亡率を調べた結果、65歳以上の高齢者の死亡率が黄砂現象期間に2.2%増加し、特に心臓血管系疾患

及び気管支疾患が原因の死亡率が 4.1%高くなったという疫学調査報告がある(Kwon 他 2002)。また、呼吸器系及び循環器系疾患の入院がそれぞれ 7.8%、3.7%増加し、通院治療は眼科、循環器、上部呼吸器、下部呼吸器でそれぞれ 6.2%、8.0%、13.0%、19.8%増加すると報告している(Kang 2004)。

日本における黄砂による健康影響について疫学的調査報告や研究成果は今のところ見当たらない。しかし最近、肺気道炎症を誘発させたマウスの気管内に黄砂を投与し、その病理学的な影響を調べた研究成果が報告(Ichinose 他 2005)されている。発生源表層土壌から人工的に作った黄砂(バージン黄砂と呼ぶ)と、それに硫酸基を表面集積した黄砂(汚染黄砂と呼ぶ)を、5 週齢の雄マウスに隔週一定量(0.05 ~ 0.2mg)の黄砂を気管内投与した結果、バージン黄砂よりも汚染黄砂の方が肺気道炎症がはるかに増悪する傾向があり、その病理学的変化としては、気管支肺炎、肺肺炎及び水腫が観察された。