

中国内モンゴル自治区の生活環境調査

水谷 令子・富田 寿代・今光 俊介

要 旨

内モンゴル自治区の呼和浩特、鄂尔多斯、烏審旗の住民の生活環境調査と大気中のSPMを測定した。また、沙漠の緑化状況を観察し、問題点と今後のあり方について考察した。生活環境調査では全員が沙漠化を環境問題の第1番目にあげていた。最近の気候に関しては、寒暖の差が大きくなり、砂嵐が増えたなど世界的な地球温暖化の様相を全員が実感していた。各家庭でゴミを分別することは今後必要であろうという環境に対する意識は高く、行政主導の分別システムが求められている。大気汚染調査では、交通量の多い都市部や幹線道路、特にトラックが目立つ道路ではDEP濃度は高くなっていた。PM_{2.5}捕集量は、鈴鹿市内でのそれを上回っていた。

庫布齊沙漠、毛烏素沙漠では、各地で緑化がおこなわれているが、政府や外国の団体主導の施策ではなく、地元の住民レベルで自発的に参加できるような活動が望ましい。恩格貝（エンゲバイ）は1991年から植林と農業開発がおこなわれ、ポプラの林が育ち、農場やレストランなどの施設も造られて広大な観光公園となっている。ここでは、すでに観光が新しい産業として定着しつつあるため、公園の環境保全と観光客のマナー指導が早急に解決すべき課題であろう。今回の調査地域は比較的地下水が豊富で、住民の湧水や地下水に対する信頼は高かったが、工業化や都市化は著しく、大気や水環境の悪化も予想され、再生可能エネルギーの導入と新しい輸送手段の開発が必要である。

キーワード：環境意識調査、SPM測定、沙漠緑化

1. はじめに

環境問題は、エネルギー資源問題や食糧問題と表裏一体の関係にある。石炭や石油の消費は、局地的な大気汚染を引き起こすだけでなく、越境酸性雨や地球温暖化の原因となる。森林を伐採して農地や宅地を造成し、大量の化学肥料や農薬を生産・使用して食料の増産を図るとは、自然破壊や水資源の汚染をもたらす。

人口13億人を超える中国では、経済成長や工業の発展による自然破壊および水環境・大気環境の悪化が深刻な状況にある。その要因として、一人あたりの資源の乏しさ、頻発する自然

災害、汚染物質が滞留しやすい地形条件、類を見ない高度成長、石炭依存のエネルギー構造、経済発展を重視する社会意識などがあげられる¹⁾。中国の北方に位置する内モンゴル自治区は牧畜業、農林業、機械・金属・鉄鋼・石炭工業などが盛んであるが、過開墾、過放牧、森林伐採に加えて干ばつ、雪害、砂嵐などの自然災害が草原の沙漠化に拍車をかけている。

本研究では、アジア地域の生活環境において将来的に起こりうる問題を予測し、その対策を検討することを目的として、各地の生活用水や暮らしの実情と住民の環境意識を調査している。すでに、中国の現地学生や日本への留学生を対象におこなった環境意識調査の結果は報告した²⁾。今回は、内モンゴル自治区の呼和浩特（フフホト）、包頭（パオトウ）、鄂尔多斯（オールドス）、烏審旗（ウシンチ）で生活環境について聞き取り調査をおこなうとともに、浮遊粒子状物質による大気の汚染状況を調べた。さらに、庫布齊沙漠（ホブチ）、毛烏素（ムウス）沙漠における緑化・植林状況を観察し、現在の問題点と今後のあり方について考察する。

2. 調査地域

内モンゴル自治区は中国の北部にあり、南側は東から順に黒龍江省、吉林省、遼寧省、河北省、山西省、陝西省、寧夏回族自治区、甘肅省に、北側はモンゴル国とロシアに国境を接する。人口は2,300万人を超え、その大半は漢民族で、モンゴル族は地区住民全体の約17%（2000年資料）であり、その他にダフル、エヴェキ、オロチョン、回、満州、朝鮮などの民族が住む。東部は広大な草原が、中部から西部にかけては高原が広がっている。図1に調査地の概図を示す。

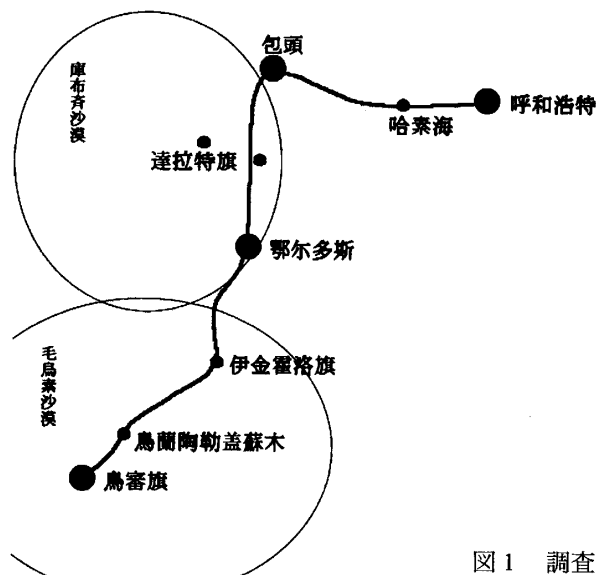


図1 調査地概図

呼和浩特市は16世紀に築かれた南モンゴルの古都のひとつで、黄河の支流大黒河の北側に広がる草原の中に開けた都市である。都市の北方には陰山山脈の支脈である大青山が連なる。

呼和浩特とはモンゴル語で“青い城”を意味し、青い屋根のチベット寺院を象徴している。現在は内モンゴル自治区の省都で、人口150万人のうちモンゴル族は20万人程度である。農業、牧畜業が主な産業で、希土類、天然塩類の生産量が多く、鉄鋼、石炭、林業も比較的発達している。気候は乾燥と湿潤が混じり、降水量は少なく平均していない。寒暖の差が激しく、春は日照りが続き、冬は吹雪に見舞われ、災害を引き起こすことがある。呼和浩特市から包頭市にかけては、黄河沿岸に灌漑による耕地が広がり、かなりの農業地域が存在する。

包頭はチベット語で“英雄”、モンゴル語で“鹿のいる地方”を表し、大昔は樹木が多く、泉が湧き、鹿が群れ遊ぶ森であったと伝えられる。呼和浩特から西へ約160 kmの黄河中流の北岸に位置し、古来より中国国境の要衝として開かれ、水陸交通の基地として栄えた。古くは皮革・羊毛の交易が盛んで、清代には移民、開墾が行われ農業も発達した。現在は、白雲鄂博（パインホボ）の高品位の鉄鉱石と大青山の石炭に加えて、龍烟（ロンイエン）（河北省）の鉄鉱石と大同（タートン）（山西省）の石炭も結びついて、鉄鋼コンビナートを擁し、内モンゴル随一の工業都市として発展している。したがって、呼和浩特郊外から包頭にかけて石炭工場が建ち並び、この周辺や鄂尔多斯地方の幹線道路だけでなく、各地の支道にも石炭を積んだ大型トラックが常時連なって通行している。

烏審旗は毛烏素沙漠の中心都市である。毛烏素の沙漠化は唐の時代にさかのぼる。それまでは水草豊かな土地で、馬の供給地であったが、唐末期の9世紀頃から戦争や過放牧で砂が堆積しはじめたといわれている。鄂尔多斯とはモンゴル語で“宮殿の多い地方”のことであるが、実際に王宮が建っているのではなく、遊牧民が沢山いて、そのリーダーの家が多かったと解釈される。歴史書によると、15世紀中葉にこの地の成吉思汗（チンギスハン）陵を護るために一部のモンゴル族が住み着き、その後、人口が増えて、鄂尔多斯高原と呼ばれるようになったとされる。当時は、かなり生産力の高い豊かな土地であったと考えられるが、17世紀以後は農民による粗放な開墾で土地の植被が破壊され、流動砂丘が出現しはじめた。1970年代に食糧増産の必要から、漢民族が内モンゴルの草原へ大規模に入植して農耕と牧畜をはじめた。その結果、1949年には11,000 km²程度であった毛烏素沙漠は、1974年には3倍以上になり、現在では、中国の沙漠の3%以上を占めるまでに拡大し、周縁部では年間1,000 km²の速度で沙漠化しているとされる³⁾。

鄂尔多斯高原は、東に流れる黄河が南北に連なる山を大きく北に迂回し鉤の字に曲がって三方を囲む台地の北半分で、内モンゴル自治区、陝西省、寧夏回族自治区の三省区にまたがる部分を指す。南半分は黄土高原である。鄂尔多斯高原の標高は1,200~1,600 m、年間降雨量は250~450 mmで、樹木が成育するかしないかの境界線上にある。高原の北には庫布齊沙漠、南には毛烏素沙漠が広がっている。この辺りは、沙漠化が進む最前線の地域であるが、まわり全てが沙漠化しているわけではなく、達拉特旗あたりは農業が盛んでスイカやトウモロコシ畑が多く見られ、鄂尔多斯・烏審旗あたりには牧草地が広がり、モンゴル民族が牧民として家畜

とともに生活している。

3. 生活環境についての意識調査

3.1 調査方法

鄂尔多斯地方の庫布齊沙漠東端の達拉特旗の農民と毛烏素沙漠の烏蘭陶勒蓋蘇木（ウラントドキルソモ）の牧民及び都市部の住民に環境意識と水やゴミなど生活環境について面接聞き取り調査を実施した。

3.2 結果及び考察

対象は9名と少なく、一般的な状況を反映しているかどうかはわからないが、現地で観察したことと合わせると内モンゴル中西部地域の概要を示していると考えられる。年齢は20歳から68歳、男性6名、女性3名、一次産業従事者は3名で残りは公務員や学生などである。

環境問題としては全員が沙漠化を第1番目にあげていた。その他に、異常気象や水環境の悪化、ゴミ問題などを指摘した。内モンゴルは敦煌周辺と共に沙漠化の進行が著しく、自国政府や自治体および外国の民間団体などによる様々な緑化プロジェクトが進められている。このような地域に住み、土地が荒廃していく状況に直面している人々にとって、沙漠化が日々の生活を脅かす切迫した問題であることは明白である。

最近の気候に関しては、「夏はますます暑く、冬の寒さが厳しくなった」、「雨が少なく、降る時は土砂降り、洪水がおきる」、「砂嵐が増えた」など世界的な地球温暖化の様相を全員が実感していた。草原に住む男性から、個人あるいは村全体で樹を植えたり、カシミヤ山羊などの家畜をこれ以上増やさないなどの対策をしているという回答が得られた。沙漠での植林努力、過放牧防止や地域の計画的牧地利用施策などの効果が少しずつ現れて環境は以前よりよくなったという明るい見通しを答えた女性もあった。

都市部には公設の上水道が布設されていて、住民は水道を家屋内に引いて使用しているが、都市に住んでいない農民や牧民は自家で井戸を掘って手押しポンプで揚水して生活水を確保している。農民や牧民にとって常時自家で使用している井戸水に対する信頼は厚く、また、彼らの畑や草地から自噴している地下水は安全で美味しいと感じており、そのまま生で飲んでいった。

省都である呼和浩特や都市化が著しい鄂尔多斯や烏審旗では、水道水への信頼はあまり高くなかった。このことは、中国の水道水が生で飲むことを目的として浄水処理されていないこと、地域によっては干ばつや渇水によりしばしば断水があること、これに伴い赤水や砂が混じることがあるなどのトラブルが少なくないためと思われる。また、呼和浩特や鄂尔多斯の住民はいずれも最近水道水の品質が悪化したと回答した。烏審旗の住民は、水道水ではなく、地下

水や湧水ならそのまま飲んでも大丈夫と答えた。

ボトルリングした市販水はほとんど使われておらず、外出する時は瓶と茶葉を持参している場合が多い。市販水を利用するのは若者が多いが、外出時に時々利用する程度で、その理由は便利だからである。他所で生水をそのまま飲用にはせず、市販水さえも信頼できないので常に茶瓶を携行しているという男性もあった。

年間降水量が250～300 mm の地域に住み、贅沢な水の使い方をしている我々からすればふんだんに水を使っているとは見えなかったが、雨季にタンクに水を貯めるなどの設備は持っておらず、生活水の供給は十分で、不足するという回答はなかった。洗濯は、都市部においては2槽式や全自動洗濯機を所持している家庭もあるが、特別な場合以外は手洗いを励行している。また、農民や牧民の家には、入浴やシャワーの施設はなく、必要に応じて顔や手などを洗う。この地域の湿度は低く（15～30 % R.H.）、乾燥しているため、日中でもあまり汗をかくことがなく、皮膚や衣料に雑菌が繁殖しにくい。したがって、常時身体を洗うことの必然性は低い。“沙漠では水を使わないトイレの方が衛生的である”といわれる。このような乾燥地域では、糞尿やその他の汚れに貴重な水を使うことは、細菌類を増殖させ腐敗を促進させることになるし、それら生活排水の処理も問題となる。汚れの処理に水を使わないことは、気候風土に即した生活様式といえよう。

ゴミの処理は都市住民は地区の収集所を経て行政で収集、農村などでは自家処理である。都市部でもゴミの分別は全くおこなわれていないが、収集所で缶やビンのみを回収して生計をたてている人々がいて、資源ゴミの分別は彼らに依存している。各家庭で分別することは、面倒だけれども今後必要であろうと環境問題に対する意識は高く、行政主導の分別システムが求められている。「白色汚染（ビニルなどの非腐食性包装材の放置）」防止についても市民の意識改革を求める意見があり、都市に住む若者はゴミ問題を環境問題の最重要課題とした。

今回の調査対象者は環境に対する意識が高く、何らかの対策などをおこなっている人もいた。この地方は比較的地下水が豊富で、住民が山の湧水や融雪水に信頼を置けるだけの自然が今でも残されている。しかし、内モンゴルは平原が多く道路が急速に整備され、都市部では広大な土地を利用した郊外の開発が進み、人々の移動距離が伸びているために、2年以内に自動車を購入したいと希望する人が多い。今後さらに発展すると思われる工業や都市化の動きは、過剰揚水による地下水汚染、廃棄物処理問題、自動車台数の増加に伴う大気汚染の悪化、沙漠化の進行などを促すと予想され、なんらかの対策が必要である。

4. 大気汚染（浮遊粒子状物質）調査

大気汚染の原因物質は、硫黄酸化物や窒素酸化物の他に浮遊粒子状物質（SPM）などがある。SPM とは大気中に浮遊する粒子状物質のうち粒径が $10\mu\text{m}$ 以下のもので、微小粒子のた

め大気中に長時間滞留し、肺や気管に沈着して呼吸器に影響を及ぼす。発生源は工場、ディーゼル車、地上から巻きあげる粒子で、特にディーゼル車の排気ガス粒子は、発ガン性や気管支喘息、花粉症などとの関連が疑われている。排気粒子中には変異原性が疑われるベンゾピレンが含まれ、これは二酸化窒素と反応して強発ガン物質のニトロピレンに変化する。また、タイヤの摩擦粉塵から生じる発ガン性物質による汚染も近年問題になっている。

4.1 測定方法

呼和浩特市内と包頭の交通量の多い道路および烏審旗の緑化沙地周辺道路など9箇所と比較のため鈴鹿市の2箇所で、ミニポンプによるSPM測定をおこなった。測定にはミニポンプMP-Σ300(柴田科学)を用い、吸引部に粗大粒子除去用キャップをつけたろ紙ホルダーを装着し、3分間(3L/min)吸引し、ガラス繊維ろ紙上にSPMを捕集した。色彩色差計CR-200(MINOLTA)を用い、カラスケール(ver.4)の色差を測定し、スケール番号と色差の関係を求めた(図2)。測定したガラス繊維ろ紙と未使用ろ紙との色差をCR-200で測定し、(1)式より相当するスケール番号を求めた。

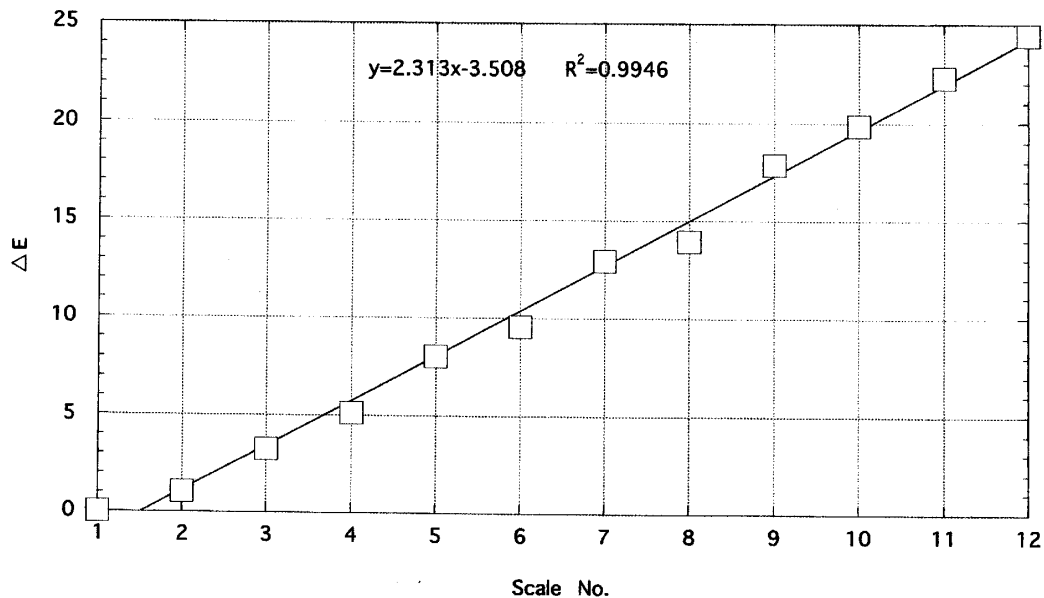


図2 カラスケール番号とΔEの関係

$y=2.313x-3.508$ ($R^2=0.9946$) (1) ただし、 x :スケール番号、 y :色差(ΔE)

さらに、以下の(2)式にしたがってPM_{2.5}換算捕集量(μg)を算出した。

$z=0.1195y-0.0671$ ($R^2=0.9543$) (2) ただし、 z :PM_{2.5}換算捕集量(μg)

4.2 結果及び考察

表1に測定箇所の詳細を示す。呼和浩特市内の測定箇所は、条件を変えて広い範囲になるように選択した。No.10,11は鈴鹿市内でも交通量の多い国道23号線を選び、渋滞時間である夕

方に測定したものである。

表2にろ紙の色差と相当するスケール番号を示す。ΔLは明度差、ΔEは色差である。

表1 SPM測定箇所の詳細

Samp. No.	測定日	測定時間	測定地	詳細
1	8.23	11:30	包頭	街道沿いGS
2	8.24	11:30	鄂尔多斯 伊金霍洛旗 (エジンホロイ)	成吉思汗陵駐車場
3	8.25	11:00	烏審旗	緑化沙地
4	8.26	13:00	哈素海 (ハースウハイ)	高速道路SA
5	8.26	17:30	呼和浩特	内蒙古国航大厦前
6	8.27	8:30	呼和浩特 回民区	内モンゴル広場
7	8.27	9:10	呼和浩特 回民区	中山西路
8	8.27	11:30	呼和浩特 玉泉区	昭君墓
9	8.27	13:00	呼和浩特 新城区	維力斯大酒店前
10	9.16	18:25	鈴鹿市一宮町	国道23号沿い
11	9.16	18:35	鈴鹿市玉垣	国道23号沿い

表2 ろ紙の色差と換算したスケール番号

Samp. No.	ΔL	Δa	ΔE	Scale No.
1	9.08	0.67	9.20	5.5
2	0.65	0.22	0.68	1.8
3	0.75	0.22	0.78	1.9
4	0.83	0.24	0.86	1.9
5	0.80	0.19	0.82	1.9
6	2.94	0.24	3.04	2.8
7	1.69	0.27	1.74	2.3
8	1.68	0.27	1.72	2.3
9	1.08	0.2	1.11	2.0
10	0.57	0.15	0.59	1.8
11	0.36	0.17	0.42	1.7

ディーゼルエンジンから排出される炭素微粒子は0.1 μm程度であるが、大気中では溶解性物質、炭化水素、硫酸塩などを介していくつか繋がって浮遊している。これが、ディーゼル排気粒子 (DEP) であり、ガラス繊維ろ紙の表面付近の繊維に効率よく捕集され、黒い汚れとなる。したがって、カラースケールの番号は、DEP濃度の指標と考えられる。包頭と東勝 (トンシェン) を結ぶ道路は、南の炭田から掘り出した石炭を製鉄所に運ぶためにトラックが連なって走っている。満載した石炭はわずかな振動で荷台からこぼれ落ち、道路の所々に小粒の石炭や粉塵が散らばっている。No. 1はこの道路沿いのガソリンスタンド (GS) で測定したもので、ΔL、ΔEともに高い値を示した。スケール番号は5.5に相当し、これはかなり汚れている状態である。No. 2の成吉思汗陵の駐車場は大きく、大型バスが目立ったが、かなり郊外にあって幹線道路から離れていた。No. 3の烏審旗の緑化沙地は、多くの灌木が根付き、一面は緑地となっている。道路に面しているが、測定した時間帯は通行する自動車の量はあまり多くなかった。No. 4は呼和浩特と包頭をつなぐ高速道路の休憩所 (SA) であるが、昼食時間帯もあり、走行しているトラックは少なかった。No. 5は内蒙古国航大厦の正面で、このホテルは交通量の多い呼和浩特の中心地に位置しているが、道路からは少し奥まっている。いずれもΔL、ΔEは1以下となり、スケール番号1.8~1.9で、空気中のDEP濃度は低く、比較的きれいであることを示している。No. 6の内モンゴル広場は呼和浩特の中心地に近く、測定時間が朝の通勤時と重なったため、スケール番号2.8のやや汚れているに相当した。No. 7の中山西路

ディーゼルエンジンから排出される炭素微粒子は0.1 μm程度であるが、大気中では溶解性物質、炭化水素、硫酸塩などを介していくつか繋がって浮遊している。これが、ディーゼル排気粒子 (DEP) であり、ガラス繊維ろ紙の表面付近の繊維に効率よく捕集され、黒い汚れとなる。したがって、カラースケールの番号は、DEP濃度の指標と考えられる。包頭と東勝 (トンシェン) を結ぶ道路は、南の炭田から掘り出した石炭を製鉄所に運ぶためにトラックが連なって走っている。満載した石炭はわずかな振動で荷台からこぼれ落ち、道路の所々に小粒の石炭や粉塵が散らばっている。No. 1はこの道路沿いのガソリンスタンド (GS) で測定したもので、ΔL、ΔEともに高い値を示した。スケール番号は5.5に相当し、これはかなり汚れている状態である。No. 2の成吉思汗陵の駐車場は大きく、大型バスが目立ったが、かなり郊外にあって幹線道路から離れていた。No. 3の烏審旗の緑化沙地は、多くの灌木が根付き、一面は緑地となっている。道路に面しているが、測定した時間帯は通行する自動車の量はあまり多くなかった。No. 4は呼和浩特と包頭をつなぐ高速道路の休憩所 (SA) であるが、昼食時間帯もあり、走行しているトラックは少なかった。No. 5は内蒙古国航大厦の正面で、このホテルは交通量の多い呼和浩特の中心地に位置しているが、道路からは少し奥まっている。いずれもΔL、ΔEは1以下となり、スケール番号1.8~1.9で、空気中のDEP濃度は低く、比較的きれいであることを示している。No. 6の内モンゴル広場は呼和浩特の中心地に近く、測定時間が朝の通勤時と重なったため、スケール番号2.8のやや汚れているに相当した。No. 7の中山西路

は呼和浩特市の繁華街，No. 8の昭君墓は大黒河の南岸にある観光名所で，どちらも交通量が多く，人も多く集まっている．No. 9は呼和浩特市街から空港へ至る道路である．いずれもスケール番号は2～2.3のきれい～やや汚れているであった．No. 1を除き，それぞれの測定地の道路を走行していたのはトラックより乗用車の方が多かったため，DEP濃度は少なかったと思われる．

SPMの組成は，場所・時間などによって日々刻々と変化しているが，炭素微粒子の成分比をほぼ一定とみなし，(2)式より微小粒子($PM_{2.5}$)の換算捕集量を求めた．図3は各測定地における $PM_{2.5}$ 換算捕集量を比較したものである． $PM_{2.5}$ 捕集量は，No. 1が $1.03 \mu\text{g}$ と多く，次いでNo. 6が $0.296 \mu\text{g}$ ，No. 7, 8がそれぞれ 0.141 , $0.138 \mu\text{g}$ であった．比較のため測定したNo. 10, 11は，鈴鹿市内でも特に交通量の多い場所と時間を選んで測定したものであるが， $PM_{2.5}$ 捕集量は非常に少なく，今回調査した試料では内モンゴルのSPMの値は鈴鹿市のそれを上回っていた．

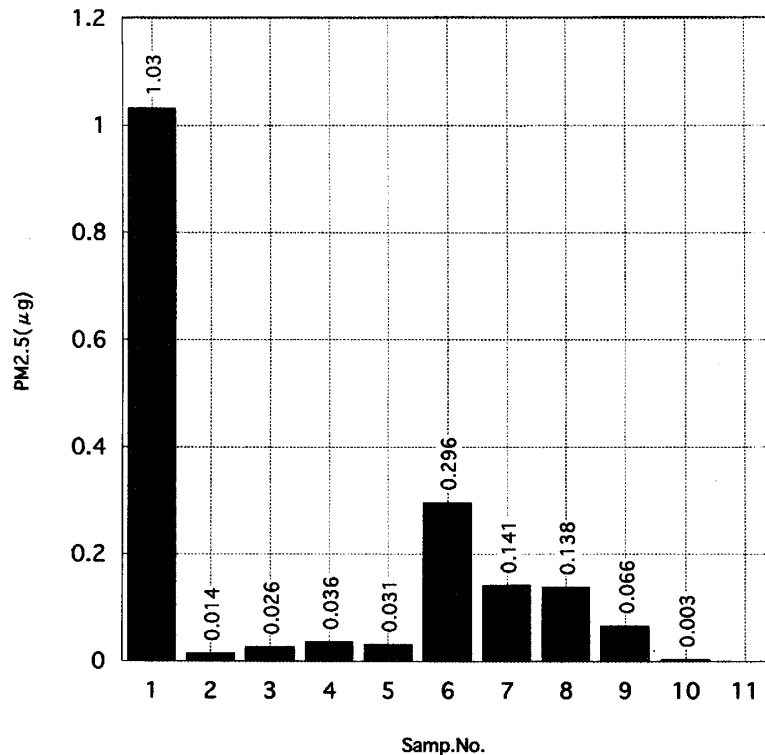


図3 ろ紙上の $PM_{2.5}$ 換算捕集量

交通量の多い都市部や幹線道路では，DEP濃度が高く， $PM_{2.5}$ 捕集量は多かった．鄂尔多斯高原では天然ガスパイプライン網も造られており，今後，トラックを含め自動車台数は増加すると予測され，SPMや窒素酸化物など本格的な大気汚染が懸念される．また，冬季の石炭による暖房を考えると，再生可能エネルギーの導入と新しい輸送手段の開発が必要であろう．

5. 緑化・植林の現状と問題点

5.1 沙漠化

沙漠化の理解は多様であるが、1994年の沙漠化対処条約の定義によれば、“乾燥・半乾燥および乾性半湿潤地域における気候変動や人間活動を含む種々の要素に起因する土地の劣化をいう”としている。土地劣化とは、風食、水食による土壌物質の流失、土壌の物理・化学・生物特性の劣化、経済劣化、自然植覆の長期喪失を指す。日本で一般的にイメージされるように砂嵐が吹き荒れ、集落や畑を呑み込んで前進する砂丘というのはめったに見られるものではなく、まず、作物の生長が悪く収穫が減少した土地がパッチ状に現れ、それらがつながっていつの間にか広がって沙漠化が進行していく。この現象は、沙漠からかなり離れた半乾燥地帯や半湿潤地帯の農地で最初にはじまる。さらに、単なる生物の現存量の減少だけでなく、生態系の構造や機能が劣化し、植生が質的に変化する場合もある。すなわち、沙漠化の進行につれて現存量はほとんど変化しないまま、より乾燥した環境に適応した植物へと種組成が変化することである⁴⁾。

沙漠化が起きる背景には、乾燥地の気まぐれな気象や脆弱な生態系といった自然条件があり、さらに土地利用の集中や人口増加などの社会状況が存在する。世界の沙漠地帯は、北緯および南緯25~30°付近の中緯度高圧帯付近で貿易風と反貿易風の影響を受けて形成される亜熱帯沙漠、貿易風に加えて寒流の影響を受けた冷涼海岸沙漠（カリフォルニア州、ペルーやチリの沙漠、カラハリ沙漠など）、雨の元となる海からの湿った空気が供給できないために造られた内陸沙漠（タクラマカン沙漠、ゴビ沙漠、サハラ沙漠の中央部と南部など）に分けられる。このような自然要因に加えて、樹木の伐採、開墾、放牧、水資源の非計画的な利用、工鉱業・交通インフラの建設、干ばつ・渇水・暴風・温暖化など気候変化の影響といった様々な人的要因が複雑に重なり合って沙漠化は進行していく^{5),6)}。

中国における森林被覆率は、1997年時点で13.9%で、これは日本の約1/5である。国民一人あたりの森林面積も世界平均の約1/9と少なく、地域的には東北地方と西南地方に偏って分布している。この低い森林被覆率は、「中華文明」の発展過程で人間が伐採してしまったことが主な原因である。近年、中国政府や農民の努力で幼木や人工林の割合が増えたため森林被覆率はわずかながら上昇傾向にあるが、成熟林や自然林の面積や森林蓄積量自体は減少傾向にある。また、草地面積は国土の40%で、面積全体としては世界で2番目の広さがあるが、国民一人あたりにすると他の資源同様に世界平均の約1/2になってしまう。現在、その草地の90%以上において何らかの退化が認められ、退化の深刻な地域は毎年拡大している。乾燥や人為的な開発による草地面積の減少は土壌流失を招き、それによって、草地の保水能力を低下させ、洪水がより頻繁に起こる原因ともなっている⁷⁾。

中国では沙漠と沙漠化土地だけで、国土の1/6、日本の国土の4倍強に相当する面積があり、

沙漠の一步手前まできている地域はその数倍はあると推定される。正確な統計資料は得られていないが、少なくとも毎年2,460 km²の速さで沙漠化土地が拡大しているといわれている⁸⁾。ゴビ沙漠は、中国内モンゴル自治区から、北のモンゴル国まで延びる広大な沙漠地帯の総称で、ゴビとは本来、石のごろごろした状態を示す。したがって、ゴビ沙漠とは、庫布齊沙漠、毛烏素沙漠、騰格里（テンゲル）沙漠、巴丹吉林（バダイシャラン）沙漠など10以上が集まったもので、砂沙漠、土漠、礫漠、塩漠など様々な形態がある。

5.2 緑化方法

緑化とは、ただ単に樹を植えるだけのものではなく、防砂帯の造成や塩類土壌改良などによってまず環境を改善し、自然の治癒力を助長し、もとの自然植生への遷移を促進させるような緑地を造りだしていくことで、自然に合わせた土地利用の仕方を再生させるとともに生物の生存環境を改善する生態系を修復させる作業でもある。

塩類土壌は、塩性土壌、アルカリ土壌およびアルカリ-塩性土壌に分類され、このうち最も不毛化が進むのはアルカリ土壌である。アルカリ土壌とは、pH 8.5以上で、塩類のうちに占めるナトリウムの割合が15%以上の土壌である。一旦、アルカリ化した土壌は、干ばつ時には表面が硬化し透水性および通気性が極端に低下するが、大雨が降ると泥沼のようになる。塩性土壌の改良には、大量の淡水で土壌から塩類を洗い流すリーチング法、地表面下20~30 cmのところ藁やビニールを敷き、毛管現象を利用して地下水をそこに留める方法、窒素や有機栄養分を土壌に供給可能な豆科の作物など緑肥を用いる方法があるが、アルカリ土壌の場合は、石膏や硫酸鉄などを表層土壌に混合させナトリウムとカルシウムの交換反応によって改良する方法がとられる⁹⁾。

防砂方法として最もよく知られた工法のひとつが、草方格と呼ばれる埋設式の低い堆砂垣の建設である。内モンゴルの包頭から甘粛省の蘭州までを結ぶ包蘭鉄道やタクラマカン沙漠を縦断する沙漠公路沿いの治砂工事に使われている。1辺が1~3 m程度の方形に麦藁や細い粗朶を組み合わせ、高さ10~20 cmの格子を砂丘全面に構築するもので、地表を吹く風は格子状の防風垣に遮られて砂の移動が抑えられる。風で飛ばされないように垣は地中10~20 cmほど埋めるようにし、風の強さによって格子のサイズを変える。

沙漠の中で一番面積が広いのは、土壌が非常に細かい粘土から出来ている土漠で、黄土高原などがこれにあたる。硬い粘土層は根の成長を妨げるためポプラ等の活着は悪く、降雨のほとんどない地域では、樹木の植林は多額の費用と労力を要する。したがって、土漠における緑化は草の苗を用いた活動が中心で、一部、沙藁やニンティオなどの灌木も植林されている。砂丘地の場合は、草方格を作る際に沙柳を挿し木で植林する方法や、あらかじめ牧草の種を蒔き草方格とともに地中に埋め込み緑化を図る方法が用いられているが、灌水と共にこれらの作業は人力によっておこなうため、ボランティアを含め大勢の人手を必要とする。また、苦豆や甘草

などの薬草や羊菜、沙藁、ニンティオの種を飛行機から播種して砂丘を緑化する活動もおこなわれている。これらの灌木類とポプラや松、砂ナツメなどの相性はあまり良くないため、緑化や植林には植物種の選択も考慮しなければならない。また、日本で法面の緑化工事によく利用されている植生袋（特殊な繊維で編んだ袋の中に砂と種子を混ぜたもの）は流動砂丘での防砂にも効果的で、袋のなかに肥料を混ぜれば植物の発芽促進にも威力を発揮するが、コスト面などを考慮して袋等の材料を現地で調達できる安価なものにする工夫が必要である。

5.3 現地の状況と問題点

呼和浩特から包頭までの大青山の麓も含めて鄂尔多斯地方の農村付近や牧地は沙漠化が進行し、表土が流出してえぐられているところや沙地が露出して植生が疎らになっているところが見られた。石灰岩を掘り出しているところでは、山の中腹が大きく削られ、所々に深く大きな穴が残されていた。一方で、沙漠化防止への努力を示すように、庫布齊・毛烏素沙漠の各地で政府や自治体の施策あるいは外国の団体による緑化プロジェクトが進められており、至る所に緑化計画地や〇〇植林地の看板が掲げられていた。

庫布齊砂沙漠の恩格貝（エンゲバイ）は1991年からポプラを主体とする植林と花やジャガイモ、果樹による農業開発がおこなわれており、これまでに参加した植林ボランティアは述べ8,000人以上、植林は300万本を超えている。植林された樹には、それぞれ資金援助をおこなった中国国内や外国の企業や団体の名称を記した看板が掲げられていた。また、政府や自治体の一部署の援助を示す記念碑も建てられ、さらなる協力を促す目的のようである。すでに、幹が10 cm以上、高さ5 m以上に育った木々も多く、日本人ボランティアが剪定して下枝を落としたまっすぐなポプラが整然と立ち並んだ林が目立った。中国内の経済的に遅れている山村や農村地域では造営された防護林の大半が付近の住民によって伐採されたり、耕地・放牧地の拡大や各種建設項目によって保護されるべき林地が違法に占有・改変されるケースも報告されており、恩格貝でも植林して育った樹が切り倒されてしまった例もある。前述の環境意識調査の結果より、地元住民にとって沙漠化が深刻な問題であり、早急な対策の必要を感じていることは明らかである。その反面、緑化や森林保護プロジェクトは政府主導の政策であり、外国の企業やボランティアが中心となって活動しているため、住民レベルでの活動に自発性が見出し難いことも事実である。樹木の管理や剪定作業などを地元住民に委ね、燃料となる下枝を提供することで、樹を植えて育てることによって得られる利益と植林の本質的な意義への住民の理解を促し、一人一人が自発的に緑化に参加できるようにしていくべきであろう。

恩格貝は緑化・農業開発がある程度成功した地域であり、農場では野菜や果物を栽培し、ダチョウやエミューなどの鳥や豚を飼育し、それらを食材としたレストランと共に、熱気球や乗馬等の施設も造られ、この一面は広大な公園となっている。主に国内各地から訪れる人々は、植林活動を見物し、傍らの砂丘でラクダに乗って沙漠観光を楽しむことができる。植林地には

縦横に道路が布設され、車で移動・見学が可能で、近隣の都市からの舗装道路も整備されつつある。観光客が増えていくことによって、沙地に入り込む車やキャンプ・バーベキューに使った石炭の残り、観光客の捨てたゴミの山などの増加が問題となり始めている。公園の入園料は施設の管理や維持に当てられているが十分とはいえない。このように観光がすでに新しい産業として定着しつつある現在、公園内および周辺的环境保全にむけた規則の整備と管理に加えて、観光客のマナー指導が早急になされなければならない。

毛烏素沙漠の烏審旗郊外の沙地は、地元の役所が緑化を手がけ、飛行機で播種した灌木や草がみごとに根付いていた。部分的に砂丘が残っているが、広範囲の緑化に成功しており、これらの植物は牧草として使えるので、地元住民からは非常に好評であった。

乾燥地において、植林により木が確実に活着する場所は近くに水源のある広い土地であり、これは地元住民が将来畑として利用できる土地でもある。このような土地に森や林を造ることは、地元の人々の生活をさらに圧迫させ貧しくさせることにもつながりかねない。まず、地元住民の生活の向上を目差し、その上で、現地で求められていることを理解し、住民が自発的に参加できるような緑化活動にしなければならない。

文献

- 1) 明日香壽川：「中国における地球環境問題」(地球環境学2)，岩波書店(1999)
- 2) 富田寿代，水谷令子：中国の生活環境調査，鈴鹿国際大学紀要，8，77(2001)
- 3) 吉川賢：「砂漠化防止への挑戦」，中央公論社(1998)
- 4) 奥村武信：「乾燥地の沙漠化と流砂」(鳥取市民講座)，(2000)
- 5) 犬井正：「沙漠地帯」(自然環境と文化)，大明堂(2001)
- 6) 菊地俊夫：「世界の環境問題」(自然環境と文化)，大明堂(2001)
- 7) 平野悠一郎：「森林環境をめぐる政策の動向」(中国環境ハンドブック2005-2006)，蒼蒼社(2004)
- 8) 平田幹郎：「中国データブック2000/2001」，古今書院(2000)
- 9) 定方正毅：「中国で環境問題にとりくむ」，岩波書店(2000)

水谷 (Living Culture, 生活文化)

富田 (Living Environment, 生活環境)

今光 (Marketing, Logistics, マーケティング, ロジスティクス)