

中国の沙漠・沙漠化と緑化の事情

邱・国玉 Guo Yu Qiu

北京師範大学 資源学院 教授

大政 謙次 Kenji Omasa

東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授

中国では、沙漠・沙漠化地域の緑化に関して、これまでに多くの経験が積み重ねられてきた。そして、自然植生の保護と回復技術、草方格による流動砂丘の固定技術、半乾燥地における緑化技術（植林による砂丘固定技術と飛行機からの空中散種による砂丘固定技術など）、乾燥地における砂丘固定技術（自然植生保護と回復ベルト技術、オアシス周辺防風・防砂林ベルト建設技術、オアシス内部の防風林ネット建設技術）などの沙漠緑化技術が開発された。21世紀に入ってから、中国の経済の発展に伴う国民の環境意識の高まりにより、退耕返林・返牧などの政策が幅広く実行され、沙漠化防止に大きな役割を果たし、沙漠化土地の回復がみられるようになった。今後、さまざまな環境保護政策の施行と沙漠緑化技術の活用によって、中国の沙漠化問題が改善されるものと考えられる。

1 はじめに

『広辞苑』によれば、「砂漠とは、乾燥気候のため、植物がほとんど生育せず、岩石や、砂礫からなる荒漠不毛の広野」とされる。「砂漠」の中国語の表示は「沙漠」であり、そのため、日本において中国の砂漠を研究する専門家は「沙漠」を専門用語として使用し、『沙漠研究』という専門誌まである。半乾燥地域での農地の拡大、燃料としての植物の利用、過放牧などによる植生の破壊が沙漠化の大きな原因であり、これらの原因により地面を覆う植物が減少すると、やがて砂が風によって移動し始め、植物の生存がますます困難になる。そして、その土地での人間の

生活が不可能になり、不毛の沙漠が残る。また、飛砂の一部が偏西風に乗って、特に3月～5月に黄砂として日本にも飛来する。現在、世界の半乾燥地域の至る所で沙漠化が進行し、人類が直面する大きな環境問題の一つになっている。その中でも、世界最大の、そして今も増え続ける人口を抱えた中国では、沙漠化が深刻な問題になっており、今後、この国の沙漠化問題が世界的な食糧安全に影響することが懸念されている。

昔から中国の子供が教わる言葉の一つが「わが国は『地大物博、人口衆多』の国」である。確かに、中国は広い。おおよそ、日本の国土の25倍、960万km²の面積をもつ大きな国である。し

かし、中国の地図を開いてみると、その半分は乾燥地域あるいは高寒地域に位置し、人間の住むのが困難な地方であることがわかる。沙漠と沙漠化している土地が、中国の乾燥地や半乾燥地に広く分布しており、広い沙漠をもつ国として、沙漠や沙漠化に関係するいろいろな問題が存在する。

2 中国における沙漠と沙漠化の現状

中国の北部における砂沙漠、礫沙漠、および沙漠化している土地の面積は128.2万km²であり、国土面積の13.3%を占める。そのうち、沙漠が45.7%、礫

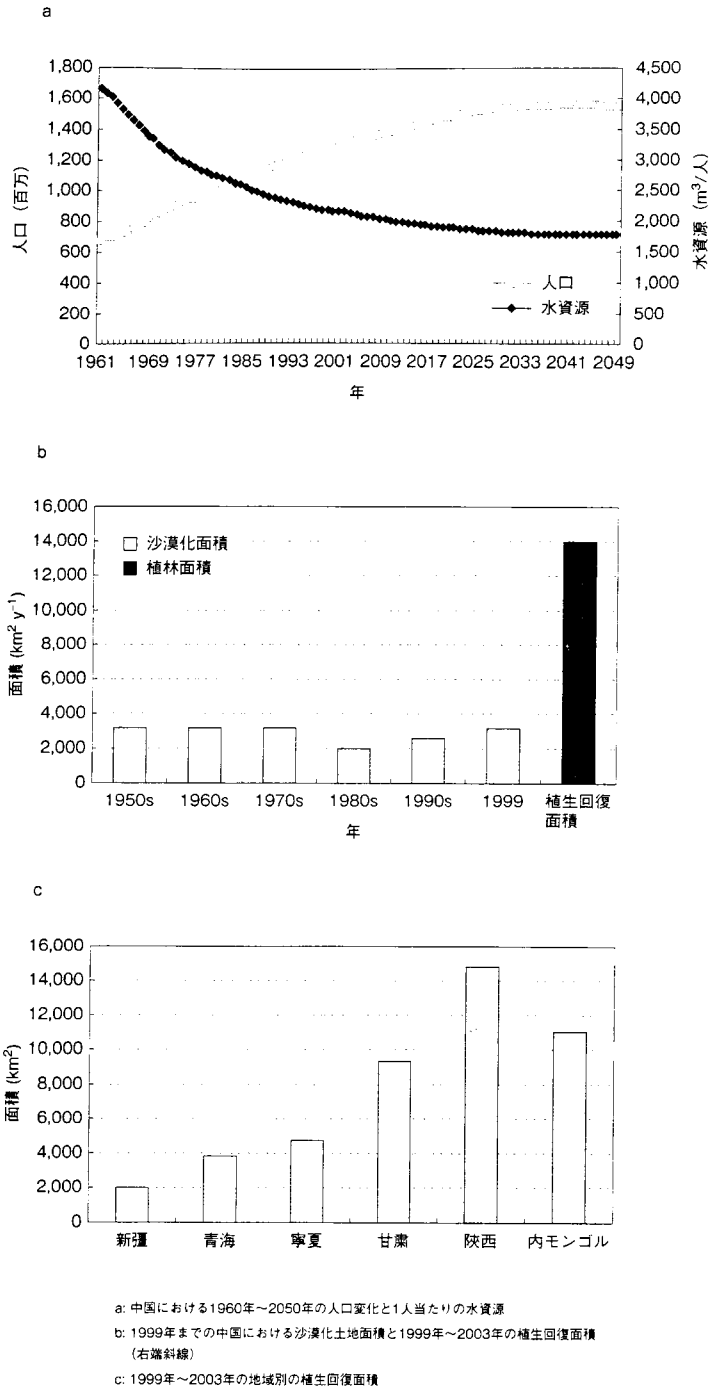


図1

沙漠が44.4%、沙漠化している土地が7.8%、その他が2.1%である²⁾。地域別では、沙漠と礫沙漠が一番多いのは新疆・ウイグル自治区であり、次は内モンゴル自治区、そして青海省、甘肅省の順で、この4地域の沙漠面積の合計は全国の沙漠面積のおよそ98%を占める²⁾。

沙漠の周辺の地域では、人口の増加による影響が大きく、その影響で沙漠化が進行している。図1aにみられるように、中国の人口は1960年代の6億人から現在約13億人になり、2050年までに16億人近くに増加すると推定される。人口の増加に伴って、1人当たりの水資源は4,000 m³から次第に減少し、現在では2,000 m³になっている。今後、人口増加により1人当たりの水資源は1,800 m³まで落ちると考えられる。

このような1人当たりの水資源の減少とともに、図1bにみられるように、中国において沙漠化した土地の面積は1950年代～1970年代の30年間で毎年およそ3,000 km²であり、1980年代にはおよそ2,000 km²まで減少したが、その後また増え、1990年におよそ2,500 km²、1999年にはおよそ3,000 km²になった。その後、退耕返林・返牧(耕地を林地や牧場に変えること)政策が幅広く施行され、沙漠化防止に大きな役割を果たした。その結果、1999年～2003年までの4年間に約1万4,500 km²の沙漠化した土地が植生を回復した。1999年～2003年まで退耕返林・返牧政策により回復した面積は、陝西省と内モンゴル自治区が多く(図1c)、次は甘肅省、寧夏回族自治区、青海省、新疆ウイグル自治区の順になっている。

中国における 沙漠緑化の事情

沙漠化の防止と沙漠化した土地を回復するために、1950年代から中国ではさまざまな取り組みが行われてきた。約60年間に及ぶ取り組みを通して、沙漠化対策に関しての成果が得られてきた。たとえば、1970年代終わりから中国では三北（すなわち、北西部、中央北部、東北部）防護林計画などの環境保全プログラムが実施された。さらに、沙漠化防止と沙漠化した土地の回復について多くの実用技術が開発された。その代表的なものとして、囲地（過放牧地などを囲い込むこと）による自然植生の回復、半乾燥地での飛行機からの空中散種による緑化技術、草方格などの流動砂丘の固定技術などがある。ここでは、沙漠および沙漠化地域の緑化技術を中心として紹介する。

3.1 沙漠をどこまで緑にするのか？

「沙漠緑化は可能ですか？」という質問をしばしば受けることがある。その回答は、「まず、すべての沙漠を緑にするのは不可能であり、その必要性もない。次に、自然条件と社会経済条件に応じて、特に水資源を考慮して一部の沙漠の緑化は可能」である。ある程度雨が降る半乾燥地域では灌漑なしで緑化ができると考えられるが、乾燥地においては灌漑あるいは地下水なしに沙漠の緑化はむりと考えられる。沙漠を緑化するとき、まずその必要性を十分検討しなければならない。たとえば、町、および道路、鉄道、オアシスなどを流動砂丘から保護する場合は砂丘緑化が必要だが、莫大な建設費と常に維持費用がかかることは最初から認識しておかなければならない。沙漠を

緑にする目的でむりやり緑化するのは無謀な行為としか思えない。この原則を頭に置いて乾燥地・半乾燥地の緑化と砂丘固定を考えることが重要である。

3.2 自然植生の保護と回復

一般に、沙漠や沙漠化が問題になる地域は、降水量の多寡によって極乾燥地（降水量100 mm/年以下）、乾燥地（100～250 mm/年）、半乾燥地（250～500 mm/年）に区分される。これらの乾燥地や半乾燥地にはさまざまな自然植生が存在する。中国では、乾燥地の川沿いや地下水がある場所に胡楊（*Populus euphratica* Oliv.）林、梭梭（*Haloxylon* spp.）林、白刺（*Nitraria* spp.）灌木林、檉柳（*Tamarix* spp.）灌木林などがみられる。たとえば、梭梭林は内モンゴル自治区の西部から甘粛省、青海省、そして新疆ウイグル自治区まで広い範囲に存在する。植物の種類としては、黒梭梭（*H. ammodendron* (C. A. Mey.) Bge.）と白梭梭（*H. persicum* Bge.）の2種類がある。黒梭梭は高さ7～8 m、茎元の太さは60～70 cmで、寿命は50年以上である。主に地下水位が1～4 mまでの土平野、砂丘地、ゴビ沙漠などで生育している。1960年代まではかなり広い範囲に黒梭梭林が生育していた。その面積は、内モンゴル自治区の西に位置するアラ善（アラゼン）地域だけで7,000 km²もあった。伐採（上質な薪材であるために）により面積は一時大幅に減ったが、国の「退牧還林」政策の実施で放牧や伐採が厳しく禁止され、最近その回復がいろいろな場所で報告されている。

半乾燥地では、地下水が存在するかどうかで植生の種類と面積が変化する。たとえば、内モンゴル自治区の黄河に

囲まれた台地には「毛烏素沙地」と呼ばれる流動砂丘の多い半乾燥地がある。毛烏素沙地の年降水量は360 mm程度で、緯度が高い地域の半乾燥地に相当する。毛烏素沙地では、極相となりうる木本植物である臭柏（*Sabina vulgaris* Ant.）が分布している。また、沙漠植物を代表する油蒿（*Artemisia ordosica* Krasch.）、樟条（*Caragana korshinskii* Kom.）、中間錦鶏児（*Caragana intermedia* Kuang et H. C. Fu.）、花棒（*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.）、羊柴（*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey. subsp. laeve Maxim.）なども広く分布している。

中国では、過放牧や過伐採などによる自然植生劣化が全国的に発生した。このため、自然植生を保護するさまざまな試みが行われた。長年の経験により、このような地域において植生劣化を防ぐ最も有効かつ経済的な方法は、放牧や農業をやめ、垣根を作って家畜の進入を禁止し、自然の力で植生を回復させることである。対処から3～5年を経れば、目立った効果が得られる。しかし、放牧や伐採などの活動は、地元住民の生活に緊密に関係し、放牧禁止や伐採禁止などの対策は、生活収入を確保する代替えの方策がなければうまくいかない。この10年、中国経済の発展とともに、環境問題へ関心が高まり、1999年から退耕返林・退牧返草（耕地を林地に変え、牧場を放牧禁止草地に変えること）政策が全国で幅広く実施された。この政策の基本は、農家の退耕返林・退牧返草の実施に対して国から補助金を出すことであった。補助金の額は、農業や放牧での収入とほぼ同額であるために、広い地域で有効的に実施された。図2は、この政策による植生の回復の状態を示す写真である。

3 草方格による流動砂丘の固定技術

草方格 (straw checkerboard) は、ギ、イネ、ヨシのわら等を格子状 (碁の目状) に砂中に埋め込んだ防風・防砂技術である (図3a)。埋め込まれわらの上部は地上に10~30 cm程の高さで露出しており、地面近く

の風力を弱めるとともに、砂の移動を防止する (図3b)。ある程度以上の降雨のある地域では、草方格内に植物を植栽して防風・防砂効果を高める。草方格を構成するわらは、やがては腐り、ついには有機物を含む土壌になって沙漠植物に栄養分を供給する³⁾。この技術は、中国の乾燥・半乾燥地域で

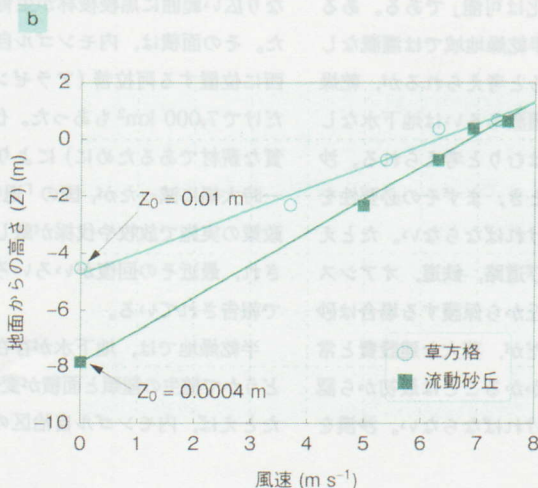
砂丘固定のために広く用いられてきた^{3)~5)}。

流砂の効果的な防止とコストの節減の2点を考慮すれば、草方格の地表部高さは10~30 cm程度が望ましい。また、防風・固砂効果や施工の容易さを考慮すれば、草方格の格子のサイズは1 m × 1 m (面積: 1.0 m²) 程度のものが実用的である³⁾⁶⁾。

ある程度の降雨がある半乾燥地においては、防砂のために、まず草方格が設置され、砂丘を固定し、その後、草方格内に灌木の苗木が植栽される。その結果、流動砂丘地が完全に固定される。一方、雨が少ない乾燥地では、植生がほとんど生育しないため、草方格が唯一有効な防砂手段である。たとえば、塔里木沙漠道路の流砂からの保護のために、建設当初から現在まで、道路の両側に幅広く設置された草方格が唯一有効な防砂手段になっている。塔克拉玛干沙漠北部の輪台から沙漠の南部の民豊まで全長約520 kmであるが、そのうち450 kmの区間は流動砂丘地



図2 退耕返林 (返草) 地における植生の回復 (黄土高原寧夏回族自治区)



a: まわらで作った1 m × 1 mの草方格 (2006年, 寧夏回族自治区に位置する騰格里沙漠で撮影したもの)

b: 草方格の防風効果を示す。横軸は風速, 縦軸は地面からの高さ (Z), Z₀は風速がゼロになる時の高さである (Qiu et al. 2004.の図に基づいて作成)

図3 草方格とその防風効果

を通過している。このため、草方格技術なしには塔里木沙漠道路の建設は不可能であったと考えられている。

3.4 乾燥地における砂丘固定技術

中国では、沙漠は気候の乾燥程度により「沙漠」と「沙地」に分ける。降水量が250 mm/年以下の地域に位置する沙漠は「沙漠」、250～500 mm/年の地域に位置する沙漠は「沙地」と呼ぶ。

中国における沙漠緑化は1950年代から開始され、数十年の努力と経験により、上述した草方格も含めてさまざまな方法が開発されている。乾燥地における砂丘固定は主にオアシス、交通線路、町を保護するために行う。オアシスなどを保護する砂丘固定システムは、主にオアシス外部における自然植生保護と回復ベルト、オアシス周辺における防風・防砂林ベルト、オアシス内部における防風林ネット、の3つのベルト (belt) により構成する。

1) 自然植生保護と回復ベルト

前述したように、最も有効かつ経済的な方法は、放牧や農業をやめ、垣根を作って家畜の入るのを禁止し、自然の力で植生を回復させることである。

2) 周辺防風・防砂林ベルト

オアシス周辺における防風・防砂林ベルトは砂丘を固定し、砂の動きを抑える重要な役割を果たす。このベルトの建設は次の原則に従う。

(1) 「因地制宜、因害設防」の原則：いわゆる自然条件や建設目的に合わせて適切な方法を選ぶ。たとえば、防砂林の形は特に指定しない。地形に合わせてよい。植林をする場所としては、砂丘間の低地、風食地、低い砂丘地などが良い。できるだけ耕地を占用しない。

(2) 「先易後難」の原則：いわゆる植林のしやすい場所から開始する。たとえば、まずオアシスのそばや砂丘間の低地など水分条件が良い場所を選んで植林をする。

(3) 「喬木と灌木の混交林の建設」の原則：喬木と灌木を1列ずつ並べて混交林を建設する。単一の喬木林や灌木林に比べて、喬木と灌木の混交林の防風・防砂効果の方が良い。普通、オアシス側には喬木、砂丘側には灌木を配置する混交林の防砂効果が良い。沙漠での植林では、植栽樹種を何にするかが最も重要な問題となる。過酷な自然条件下で、広い面積に植えられた苗木を長期間かけて育てていくには、できるだけ低コストで手間のかからない方法を考える必要がある。そのためには、まず現地の過酷な自然条件に適応した耐干性、時には耐塩性を備えた樹種を慎重に選択しなければならない。さらに、住民の生活の観点から、葉が家畜の餌として利用できる、あるいは果実が食用となるなどの多目的利用ができる樹種が求められる。中国では、従来、早期緑化の観点から、生長の良い、特に外樹種を使用した緑化が多く行われてきたが、現在では地域の自然条件に適応した郷土樹種を重視する。何十年の経験により、中国乾燥地域における防風・防砂林に適切な植物は表1のとおりである。

(4) 防砂・防風林の幅は砂丘移動の状況により決める原則：風が強く、飛砂が活発である流動砂丘地域においては、幅は広い方がよい。200～800 m くらいが普通であり、必要に応じて幅1 km以上の

ものもある。砂丘の動きが少ない地方においては、幅は50～100 mもあれば十分な効果が得られる。オアシス周辺の固定砂丘あるいは半固定砂丘の場合、10～40 mの幅があれば十分な防風・防砂効果が得られる。

(5) 大型防風・防砂林の建設と自然植生の保護を同時に行う原則：原生植物がある場所で植林をする場合、その原生植物を保護しながら植林をする必要がある。Gaoらは、10年をかけた烏蘭布和沙漠での研究結果により、沙藜 (*Elaeagnus angustifolia* L.) や 喬木 沙拐棗 (*Calligonum arborescens* Litv.), 花棒 (*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.), 甘蒙檉柳 (*Tamarix austromongolica* Nakai) などの喬木や灌木を利用して植林をする場合、原生植生の保護の有無によって、植林した植物の生長状態 (植物の高さ、樹幹の太さ、植物の大きさ) などかなりの差が出ることを示した。その原因は、原生植生には植林した苗を砂の移動や強い風から保護する効果があるためと考えられる。具体的には、原生植生を保護した場合の方が栽培植物の生長が良く、たとえば甘蒙檉柳を栽培した数年後、植物の高さは4倍、茎基の太さは3倍、樹冠の大きさは2～3倍の差がみられた。また、保護した場合、砂丘固定効果も良く、コストも少ないなどの報告をしている⁷⁾。

3) オアシス内部の防風林ネット

中国乾燥地や半乾燥地におけるオアシス建設の基本条件として、オアシス内部に防風林ネットが必要であり、1950年代からメッシュ状の防風林の

建設が始まった。現在、一部新たに作ったオアシスを除いて、すべてのオアシスは防風林により保護されている。たとえば、河西走廊地域（甘粛省の北西に位置し、シルクロードの一部）における防風林の面積は5.2万haであり、31.7万haの耕地を保護している。防風林は3～5列の樹木層よりなる構成が普通である。樹高が要求されるために、ポプラがよく使用される。防風林外の風速が17 m/sの場合、外から1列目の防風林は風速を37.3%、2列目は39.1%、3列目は41.5%、それぞれ減らすことができる⁸⁾。防風林メッシュの大きさは、風向き方向は200～300 m、これと垂直方向では500～600 mに配置するのが普通である。

3.5 半乾燥地における緑化技術

半乾燥地の沙地には、毛烏素沙地（内モンゴルの中南部、陝西省の北部）、洪善達克沙地（内モンゴルの中部）、科尔沁沙地（内モンゴルの東部、東北の西部）、呼倫貝爾沙地（内モンゴルの北部）などがある。半乾燥地はある程度の降水があるために、乾燥地に比べて自然植生があり、人が生活し、農業や放牧などが行われている。このため、沙漠化が一番進む所である。半乾燥地における沙漠緑化技術は、主に植林と飛行機からの空中散種である。

1) 植林による砂丘固定技術

具体的な植林方法は地方によりさまざまである。毛烏素沙地を例として説明する。ここでは、流動砂丘を固定するために、早春または晩秋に風向き方向の砂丘斜面の中下部に油蒿 (*Artemisia ordosica* Krasch.) の2～3年生の苗、または沙柳 (*Salix psammophila* C. Wang et Ch. Y. Yang) の挿枝を植える。油蒿の場合の列間距離は1.5～2.0 m、

表1 中国乾燥地域における防風・防砂林に適切な植物

よく利用する 喬木植物	<p>沙藜 (<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.), 小葉楊 (<i>Populus simonii</i> Carr.), 二白楊 (<i>P. gasuensis</i> C. Wang et H. L. Yang), 新疆楊 (<i>P. alba</i> L. var. <i>pyramidalis</i> Bge.), 钻天楊 ((<i>P. nigra</i> L. var. <i>italica</i> (Muench) Kochne), 箭杆楊 (<i>P. nigra</i> L. var. <i>thenestina</i> (Dode) Bean.), カナタ楊 (<i>P. Canadensis</i> Moench), 青楊 (<i>P. cathayana</i> Rehd.), 旱柳 (<i>Salix matsudana</i> (C. A. Mey.) Bge.), 白柳 (<i>S. alba</i> L.), 榆樹 (<i>Ulmus pumila</i> L.) など</p> <p>最近、樟子松 (<i>Pinus sylvestris</i> L. var. <i>mongolica</i> Litv.) もよくみられる。喬木はオアシス内部における防風林によく使う</p>
よく利用する 灌木植物	<p>黒梭梭 (<i>Haloxylon ammodendron</i> (C. A. Mey.) Bge.), 沙拐棗 (<i>Calligonum</i> spp.), 花棒 (<i>Hedysarum scoparium</i> Fisch. et Mey.), 檉柳 (<i>Tamarix</i> spp.), 樺柔 (<i>Caragana koeshinskii</i> Kom.) など</p>

株間距離は0.5～1.0 mであり、沙柳の場合には列間距離は2.0～3.0 m、株間距離は0.5～1.0 mで植えるのが効果が良い。1～2年経つと、流動砂丘の頂上部が風食によって低くなるので、同じ方法で頂上部を植林する。このような方式で3～4年経つと、流動砂丘を固定することができる。

2) 飛行機からの空中散種による砂丘固定技術

中国では1950年代から飛行機からの空中散種の試みが乾燥地や半乾燥地で行われてきた。しかし、1980年代までは大きな成果を得られなかった。その大きな理由は、沙漠植物の発芽と初期生長に必要な条件(水分、温度・光、砂埋め、固定など)についての情報と配慮がなかったためである。植物の種類によって発芽や初期生長条件がさまざまであり、その特別な条件を満たさない場合は種から苗にならない。たとえば、沙米 (*Agriophyllum squarrosum* (L.) Moq.) は流動砂丘に適応する1年生草本植物である。沙米の種が発芽するにはある程度の厚さの砂(数cm)で種を埋める条件が必要である(遮光条件)。これは、Tobeらが行った詳細な研究により解明された⁹⁾。

空中散種の試みは、長い年月の研究と経験を積み重ねて1980年代になってやっと毛烏素沙地と騰格里沙漠の東部で成功した。今までおよそ20万haの沙地で空中散種により植生を回復した。技術の要点としては、次のことをあげられる。まず、適切な植物の種類とその組み合わせが重要である。毛烏素沙地では、今までに成功した植物とその組み合わせは「籽蒿 (*Artemisia sphaerocephala* Krasch.) + 羊柴 (*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey. subsp. *laeve* Maxim.)」と「籽蒿 + 花棒 (*H. scoparium* Fisch. et Mey.)」しかない。騰格里沙漠の東部で成功した植物とその組み合わせは「籽蒿 + 沙拐棗 (*Calligonum* spp.)」のみである。次に、これらの植物の種はすごく軽く、地面に着いた後でも風により吹き流されることが多いために、種を撒く前に附着処理をしなければならぬ。いろいろな方法が試されたが、粘着剤で沙を附着する方法の効果が一番良いことが知られている。最後に、撒く時期も大事である。平常水がない沙漠において植物の発芽には降水が必要である。雨が降らない時期に種を撒くと、種がネズミや昆虫に食べられる。

また、風季に種を撒くと、風食されたり、砂に埋められたりして効果が良くない。そのために、適切な時期に種を撒くしかないが、毛烏素沙地では5月中旬～6月中旬までしかできない。

4 今後の展望

中国では、沙漠・沙漠化地域の緑化に関してこれまでに多くの経験が積み重ねられてきたが、2000年まではこれらの経験を活用して沙漠化を止めることができなかった。21世紀に入ってから、中国の経済の発展に伴う国民の環境意識の高まりにより、退耕返林・返牧などの政策が幅広く実行され、沙漠化防止に大きな役割を果たし、沙漠化した土地の回復がみられるようになった。今後、さまざまな環境保護政策の施行と沙漠緑化技術の活用によって、中国の沙漠化問題が改善されるものと考えられる。

[文 献]

- 1) 大政謙次. 沙漠化防止に求められるもの. 新しい地球環境学 (西岡秀三・編), 古今書院,

2000, p. 225-248.

- 2) 朱震達, 陳広庭. 中国土地沙質荒漠化, 科学出版社, 1994.
 3) 邱国玉, 戸部和夫, 清水英幸. 沙漠研究, **11**, 45-52 (2001).
 4) 真木太一. 写真でみる中国の食糧・環境と農業, 筑波書屋, 1999.
 5) 吉川賢. 沙漠化防止への挑戦, 中央公論社, 1998.

- 6) Qiu, G. Y., Lee, I., Shimizu, H., Gao, Y. & Ding, G. J. *Arid Environ.*, **56**, 449-464 (2004).
 7) Gao, Y., Qiu, G.Y., Shimizu, H. & Tobe, K. *J. Arid Environ.*, **52**, 483-497 (2002).
 8) 朱震達, 趙興傑, 凌裕泉, 胡英娉, 王涛. 治沙工程学, 中国環境出版社, 1995.
 9) Tobe, K., Zhang, L. & Omasa, K. *Ann. Bot.*, **95**, 649-659 (2005).



邱国玉 Guo Yu Qiu

北京師範大学 資源学院 教授

略 歴: 1963年生まれ。1984年、内蒙古林業大学沙漠治理学部沙漠治理学科卒業。1987年、中国科学院蘭州沙漠研究所修士課程修了。1996年、鳥取大学大学院連合農学研究科(乾燥地研究センター)博士課程修了。日本の国立農工大学研究所(研究員)、国立環境研究所(研究員)、カリフォルニア大学(研究員)、鳥取大学(准教授)、東京大学(教授)などで研究と教育を行ったのち、現職に至る。20数年間、乾燥地の水資源と植生の研究・教育を行ってきた。



大政 謙次 Kenji Omasa

東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授

略 歴: 1987年、国立公害研究所技術部生物施設管理室長。1990年、国立環境研究所生物圏環境部環境植物研究室長。1998年、筑波大学生物科学研究科教授(併任)。1999年より現職。2006年より日本学術会議連携会員。

専 門: 生物環境情報工学, リモートセンシング, バイオイメージング, 農業気象学, 環境科学

受賞歴: 科学技術庁長官賞(第17回研究功績者表彰), 日本農業気象学会学術賞, 日本リモートセンシング学会論文賞, 日本生物環境調節学会賞, 生醫工学会賞(学術賞), 農業情報学会学術賞, Outstanding Contribution Award of APGC 2004など
 編著書: 「植物の計測と診断」(朝倉書店), 「新農業気象・環境学」(朝倉書店), 「生物圏機能のリモートセンシング」(シュプリンガー), 「農業・環境分野における先進的画像情報利用」(農業電化協会), *Climate Change and Plants in East Asia* (Springer), *Air Pollution and Plant Biotechnology* (Springer), *Plant Responses to Air Pollution and Global Change* (Springer)