

## 論文の内容の要旨

論文題目: 中国の砂漠地域に分布する植物種の初期生長過程におよぼす  
環境要因の影響

氏 名: 戸 部 和 夫

中国においては、砂漠化地域の緑化に関し、これまでに多くの経験が積み重ねられてきているが、砂漠化地域の緑化のための植物の導入は多分に試行錯誤的に行われることが多く、効果的・効率的な緑化手法が確立しているとはいえない。その最大の要因は、緑化に用いられる植物種の基本的特性が十分に解明されていない点にある。特に、播種による緑化を効果的に行ううえでは、種子発芽や実生の定着過程についての基礎的知見の確立が不可欠であるが、中国の砂漠植物の初期生長過程に関しての情報はきわめて限られている。そこで、中国の砂漠地域に自生する代表的な植物種の初期生長段階での環境応答特性を調べ、砂漠化した土地での植生の回復や砂漠地域での植生の保全のための基盤となるような知見の確立を目指して本研究を実施した。

重要な砂漠化の過程として、砂地の植被の減少にともなう砂の流動化の進行および土壌の塩性化の二つがあげられる。そこで、本研究では、中国の砂漠地域に生育している代表的な植物種 18 種を対象に、①砂地での植物の定着過程の解明、および、②塩性土壌での植物の定着過程の解明の 2 つの課題につき研究を実施した。研究のほとんどは、温度および光条件が制御されたインキュベータ内で行い、ペトリ皿内のろ紙上に播種した種子に水や塩水溶液などを給水したときの種子発芽や発芽後生じる幼植物の生長を観察するか、あるいは、小型ポット内の砂中や砂上に播種してポットに給水したときの実生の出現を観察することにより行った。それぞれの課題の研究結果は以下のように要約される。

## 1. 砂地における植物の初期生長過程

中国の砂漠地域の砂地に分布する代表的な 15 植物種（一年生植物 4 種、灌木、小灌木および半灌木 11 種）を対象として、環境条件が種子発芽や実生の出現や生存におよぼす影響を調べた。その結果、15 植物種のうち 14 種の植物種については、春季から秋季にみられる温度条件下で良好に種子が発芽することが明らかとなり、温度条件は、野外での発芽を大きく制約する要因とはなっていないことが分かった。また、種子の休眠が確認されたのは、15 植物種中 3 種のみであり、これら 3 種の植物種においても、いずれもが種子を数か月間室温下で保存することにより休眠が解除され、休眠解除後の種子は良好な発芽能を維持することが分かった。また、6 植物種につき種子寿命を調べたところ、室温（約 23°C）保存した種子では、1 植物種では 7 年以上の保存期間の経過後も比較的高い発芽能が維持されていたが、そのほかの 5 植物種では 1 年から 7 年の保存期間の経過後には大きく発芽能を失うことが分かった。以上の結果から、これらの植物種の多くでは、種子は容易に発芽する傾向があり、種子が未発芽のまま長期間保持される傾向はないものと推測された。このことは、中国の砂漠地域では、毎年一定の時季に降雨や融雪による多めの給水があり、種子の発芽はこの給水時に生じやすく、ここでの種子発芽により生じた実生はその後好適な水分条件のもとにおかれて生存しやすいことによっているものと推察された。

また、種子の砂中での埋もれ深さと実生の出現の関連性について検討した結果、種子の砂中での埋もれ深さに関する環境要因のうち、光条件および砂中の水分と空気の含有割合が、植物の初期生長に影響をおよぼす重要な要因であることが分かった。光条件に関しては、一年生植物 *Eragrostis poaeoides* および 3 種の *Artemisia* 属の半灌木で発芽のための光要求性が認められたが、その他の 11 植物種では種子発芽の光要求性は実質的に認められなかった。発芽の光要求性の認められた *Artemisia* 属の 3 植物種では、砂漠地域と同程度の給水条件のもとでは、乾燥しやすい砂層の表面近くに種子が位置しているときおよび光の到達しない砂層の深めの位置に種子が埋もれているときのいずれでも種子発芽が抑えられ、種子が適度な深さの砂層に埋もれているときに実生の定着が最も有利であることが分かった。さらに、種子の砂中の埋もれ深さに関する環境要因として、砂中の水と空気の含有割合が多く植物種の初期生長に影響する重要な要因であることが分かった。発芽に光要求性のないいくつかの植物種で調べたところ、種子が表面近くに置かれたときには水分欠乏により種子が発芽しないが種子は発芽能を維持していること、および、種子が砂層の深めの場所に埋もれている状態下に給水したときには、種子や実生への酸素供給の不足により種子発芽の抑制や発芽後生じた実生の死滅などが生じ、実生の定着に結びつきにくいことが明らかとなった。これらの植物種の多くのもでは、種子が砂中 10 mm 程度の深さに埋もれているときに最も実生の定着のために有利であることや、種子が砂層深めの位置に埋もれているときには、砂への給水量が少なめのほうが実生が良好に出現しやすいことなどが分かった。

さらに、いくつかの植物種につき、砂中 10 mm の深さに種子を埋めて、異なる量の水を

異なる時間間隔で給水したときの実生の出現や出現した実生のその後の生存についても調べた。その結果、降雨量 8 mm の 1 回の降雨では、種子が発芽しないか、あるいは、種子が発芽してもその後継続して数日間程度降雨がないと生じた実生は枯死するため、実生の定着には結びつきにくいことが分かった。また、16 mm の降雨に相当する量の給水では、多くの植物種で、種子が発芽して実生を生じ、その後継続して十数日間降雨がなくとも生じた実生の多くが生存し続けることが分かった。

以上の結果から、中国の砂漠地域の砂地においては、ここで実験に用いた植物種のうちのものである、種子が適当な深さで砂に埋もれることと、一定量以上の量の降雨がありその後降雨のない時期が長期間継続しないことが、実生の定着を決定づけるうえで重要性をもっていることが分かった。

## 2. 塩性環境における植物の初期生長過程

中国の砂漠地域に分布する 14 植物種（非塩性環境のみに分布する植物種 10 種、非塩性環境および塩性環境の双方に分布する植物種 2 種、塩性環境のみに分布する植物種 2 種）を対象として、塩が種子発芽や幼植物の生存におよぼす影響を調べた。その結果、種子や幼植物の NaCl による影響の受けかたは、植物種間で大きく異なるものの、非塩性環境のみに分布する植物種と塩性環境に分布する植物種との間で、初期生長段階での NaCl に対する反応性についてのきわだった特性の相違は認められないことが明らかとなり、中国の砂漠地域においては、より後期の生長段階での植物の塩に対する反応性の種間差が塩濃度の異なる場所間での植物種の分布を決定づけていることが推測された。

初期生長段階できわだって高い NaCl 耐性を示した *Haloxylon* 属の 2 種の植物種（非塩性環境および塩性環境の双方に分布する *H. ammodendron* および非塩性環境のみに分布する *H. persicum*）については、若木の段階での植物の塩に対する反応特性を調べた。その結果、これら 2 植物種のいずれにおいても、若木の段階では、初期生長段階に比べ、植物の NaCl 耐性が低いことが明らかとなり、これらの植物種が塩性環境で優占種とならないのは、より後期の生長段階での塩耐性が低いことが原因していると推定された。さらに、発芽直後に生じた幼植物と若木につき、植物体内部に含まれる水分中の Na 濃度を比較した結果、若木では、発芽直後に生じた幼植物に比べ、植物体内水分中の Na 濃度が数倍程度高いことが明らかとなり、蒸散過程にともなう植物体中への塩の濃縮が、若木の段階で塩耐性がより低かったことの原因であると推定された。また、*H. persicum* は、*H. ammodendron* に比べ、若木段階での NaCl 耐性が低いことが明らかとなり、このことが、*H. persicum* のみの分布域が非塩性環境に限定されていることの原因となっているものと推測された。

一方、塩性土壌には多様な塩成分が含まれており、これらの塩成分の組成は場所ごとに大幅に異なる。異なる塩成分は植物に対しそれぞれ異なった生理作用をおよぼすはずであり、塩成分の組成は植物の定着の可否を決定づける重要な要因となりうる。そこで、塩性土壌中に含まれる代表的な塩成分（Na 塩、Mg 塩および Ca 塩）が 5 植物種の発芽種子か

ら生じた幼根の生存におよぼす影響を調べた。その結果、これら5植物種のいずれについても、①塩中に含まれる  $\text{Na}^+$  や  $\text{Mg}^{2+}$  は、いずれも幼根の死滅の原因となるが、 $\text{Mg}^{2+}$  は  $\text{Na}^+$  の数分の一程度の低濃度で幼根の死滅を引き起こすこと、および、②  $\text{Ca}^{2+}$  は、比較的濃度でも、 $\text{Na}^+$  や  $\text{Mg}^{2+}$  が幼根の生存におよぼす悪影響を緩和するが、 $\text{Mg}^{2+}$  が幼根の生存におよぼす悪影響を緩和するためには、 $\text{Na}^+$  が幼根の生存におよぼす悪影響を緩和するのに必要な  $\text{Ca}^{2+}$  濃度の数倍程度高い濃度の  $\text{Ca}^{2+}$  が必要であることが明らかとなった。一方、植物種間で比較すれば、多様な塩組成の条件下で幼根が生存可能な種（例：*H. ammodendron*）もあれば、ある程度高い割合の  $\text{Ca}^{2+}$  を含む条件下でしか幼根が生存できない種（例：*Kalidium caspicum*）もあり、実生の定着のために必要な塩組成の条件が種間で大きく異なっていることが明らかになり、塩性土壌中の塩成分の組成は植物種の分布を決定づける要因になりうることが分かった。