

中国黄土高原における降水量傾度に応じた緑化方法の評価に関する研究

産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 産総研特別研究員

是常 知美

中国では近年（2000～2004年）、毎年 1,283 km²の土地が砂漠化しており、早急な対応が必要である。黄河中流域に広がる黄土高原は、過度の放牧、農耕により裸地化した土壤が浸食され、砂漠化が深刻な問題となっている。人為的に砂漠化した土地をもとに戻すために植林が行われてきたが、植林樹種・地域の検討が不十分なため、降水量が少ない地域に水分消費の激しいポプラやハリエンジュ（刺槐）などが植栽され、小老樹（枝枯れを繰り返し樹高成長が頭打ちとなった樹木）が発生し問題となっている。従って、永続的かつ効率的な緑化を行うためには、降水量が異なる各地域に適した緑化方法を検討する必要がある。そこで学位論文では、黄土高原において、植生、土壤、樹木生理の視点から、降水量傾度に応じた緑化方法を検討することを目的とし、次の5点に着目して研究を行った。

（1）降水量傾度に沿った天然林、二次林、人工林の林床植生と草地の種組成変化を明らかにし、植林後に成立する林床植生の発達程度を評価した。黄土高原の中部に位置する陝西省において、年降水量が北から南へ 400 mm から 700 mm へと変化する降水量傾度に沿って、天然林、二次林、人工林の林床植生と草地の合計 50 プロットの種組成を調べた。TWINSpan 解析の結果、50 プロットが年降水量と森林タイプによって次の5つのグループに分けられた。Group 1：561-714 mm（天然林、二次林）、Group 2：561-714 mm（人工林）、Group 3：531 mm（人工林、草地）、Group 4：440 mm（人工林、草地）、Group 5：414 mm（人工林）。DCA 解析の結果、全プロットが、年降水量と高い相関がある第2軸に沿って序列化された。また、Group 1 と Group 2 で木本の種数が多く、年降水量 560 mm 以上の地域では、天然林、二次林だけでなく人工林の林床にも木本種が多く出現していた。一方、年降水量 530 mm 以下の地域では、木本種はわずかであった。以上の結果から、年降水量 560 mm 以上の地域では林床植生がよく発達しているが、年降水量 530 mm 以下の地域ではあまり発達しておらず、林床植生の発達に有効な植林方法を検討する必要性が示唆された。そこで（2）～（5）では、年降水量 530 mm 以下の地域に重点を置いて研究を行った。

（2）年降水量 414 mm、440 mm の地域において、土壤の物理的、化学的特性を明らかにし、土壤特性に応じた緑化方法を検討した。陝西省において、砂漠への移行帯に位置し砂の多い黄土をもつ榆林市（年降水量 414 mm）と、その南に位置し典型的な黄土をもつ米脂県（年降水量 440 mm）において、土壤の物理的、化学的特性を調べた。土壤の孔隙率、土壤水分特性、pH、EC、N・C含有率を調べたところ、年降水量 440 mm の米脂の土壤は、年降水量 414 mm の榆林に比べて通気性、保水性が良く有効水分が多いため、植物にとって生育しやすい土壤であることが示唆された。従って、米脂の土壤の方がより植林に適しており、有効水分が少ない榆林では水分の消費量が少ない植物を緑化に用いることが適していると考えられる。米脂、榆林共に土壤養分は非常に少なく、土壤に養分を供給する窒素固定植物による緑化の必要性が示唆された。

(3) 年降水量 440 mm の地域において、油松 (*Pinus tabulaeformis*), 刺槐 (*Robinia pseudoacacia*), 小葉楊 (*Populus simonii*) の純林, 混交林が土壤特性, 林床植生に与える影響を明らかにし、各樹種の植林後の林床環境を評価した。林床の被度は、油松・刺槐混交林が最も高く、小葉楊林が最も低かった。土壤含水率は油松・刺槐混交林が最も高く、刺槐林が最も低かった。油松・刺槐混交林は N・C 含有率が最も高く、C/N が最も低かった。また、林床植生の優占種は樹種間で異なった。多年草の *Artemisia giraldii* は、土壤水分が多い油松・刺槐混交林以外の林分で優占種となっていたことから、土壤乾燥の指標種となることが示唆された。以上の結果から、油松・刺槐混交林は、土壤水分、土壤養分が多く、林床の被度が高く林床植生が発達しており、土壤の肥沃化、土壤浸食の防止に効果的な植林方法であることが示唆された。

(4) 年降水量 440 mm の地域において、草地、刺槐林、油松・刺槐混交林における降雨に対する長期的な土壤水分動態と、各植生の土壤断面構造、林床環境を明らかにし、降雨の浸透性を評価した。草地、刺槐林、油松・刺槐混交林が隣接する西向き斜面の上部において、等高線に沿って土壤水分センサーを設置し、温度センサー、雨量センサーと共に約 1 年間データをロガーで記録した。ロガーデータの解析結果や土壤断面、林床環境の調査結果から、油松・刺槐混交林は、表層土壤の団粒構造が一様に発達して多孔質であるため降雨の浸透性が高く、林床のリター量が多いため、刺槐林や草地に比べて降雨流失や土壤浸食の防止に効果的であることが示唆された。

(5) 年降水量 530 mm の地域において、油松、刺槐の水利用効率、年輪成長に影響する降雨季を明らかにし、黄土高原に生育する樹木の水利用・成長特性に影響する降雨季を評価した。油松、刺槐の年輪形成に影響すると考えられる、前年 1 月～当年 10 月の連続した全組合せの期間の降水量と、早材、晩材の炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$: 水利用効率の指標として用いられる)、年輪幅との相関を調べた。油松、刺槐共に、 $\delta^{13}\text{C}$ 、年輪幅と成長期前の乾季の降水量、当年成長期の降水量との間に最も高い相関が得られた。また、油松早材、晩材の $\delta^{13}\text{C}$ が刺槐晩材の $\delta^{13}\text{C}$ より有意に高く、油松は水利用効率が高いと考えられた。以上の結果から、成長期前の乾季の降水量が油松、刺槐の水利用効率、年輪成長に影響しており、乾季の降水量は黄土高原に生育する樹木の炭素吸収、肥大成長にとって重要であると考えられる。乾季の降水量が少ない地域では、刺槐のように水利用効率の低い樹種のみで緑化することは難しいことが示唆された。

以上の結果から、黄土高原における降水量傾度に応じた緑化方法を次のように提案した。年降水量 500 mm 以下の地域では、土壤の肥沃化と土壤浸食の防止に効果的である、水利用効率の高い木本種と窒素固定能力を有する木本種との混交林が推奨される。混植の割合は、植林樹種の水利用特性や植林地域の乾季の降水量からよく検討する必要がある。一方、年降水量 500 mm 以上の地域では、樹種によらず植林後の林床の発達が期待される。また、天然更新が期待されるため、択伐による木材資材利用にも適していると考えられる。以上のことを考慮した上で、地域住民が最も必要とする樹種を植林することを提案する。