*誌上討論会　21世紀の自然環境保全と植生学*
*－植生復元・創出の可能性と問題点－*

# 極相林高木種の植栽による「ふるさとの森づくり」とcommunityの復元

小池文人（横浜国立大学環境科学研究センター）

## はじめに

横浜国立大学の宮脇名誉教授らは1970年代以来，極相森林生態系の復元・創造を実践してきた．そのマニュアルや（宮脇ほか 1993），提唱者らによる評価報告書（藤原編 1997）も出版されている．また同様の手法は，戦前の明治神宮の植栽に始まり「エコロジー緑化」として他にも行われてきた．2000年7月に長野市で行われた国際植生学会では国内・国外の植物生態学者も参加して「ふるさとの森づくり」の手法による植樹祭が行われており，筆者も含めてはじめてこのような植樹祭に参加した方も多かったのではないかと思われる．筆者は森林群集(community)のメカニズムについて研究しており，植物社会学や緑化・造園分野とは異なる研究を行ってきた．外部の生態学者の立場から見た「ふるさとの森づくり」の評価を行うことを試みる．

なお，生態学用語の「群集」は植物社会学では群落分類の基本的な階層の用語として使用されているが，それ以外の生態学の分野では種間の相互作用などによって形成されるcommunityに対応するものとして使用されている．ここでは混乱を避けるためcommunityという英語表記をそのまま用いる．

## 「ふるさとの森づくり」の方法の概要

「ふるさとの森づくり」の方法は宮脇ほか(1993)により詳しく述べられている．(1)植林予定の地域で極相林に注目して植生調査をおこない，植栽予定地の潜在自然植生を推定する．(2)潜在自然植生の高木層の優占種を中心に植栽種を決める．亜高木や低木を植栽することもあるが，環境形成作用の大きな高木の植栽を中心とし，低木や草本の導入は基本的には動物などによる自然の散布にまかせる．(3)植栽にあたってはなるべく行政機関・政治家・企業等のスポンサーと地元の児童や市民による植樹祭を行う．(4)水はけを良くするためマウンドなどをつくった場所に，ポット苗を用いて，高密度に（3～4個体／$m^2$）多種を混植する，というものである．1997年の時点で国内に約550カ所，海外に40カ所の植栽を行っている（藤原編 1997）．

この手法の特徴は以下のように考えられる．

(1)造林上の利点として，多種の密植による植栽手法では環境に適した種が成長するためもあり，照葉樹林域以南であれば造林の失敗は比較的少ないようだ．ただし密植のため十分な苗の確保は大変で，大面積の植栽は困難である．通常は道路の法面や工場の周囲など帯状の植栽が多い．

(2)造園上の利点として，樹冠のテクスチャの違う自生種が混植されるため，通常の公園の植栽と違って自然な雰囲気をつくる．また暖温帯の常緑樹は葉群密度が高いため，植栽の幅が狭くても適度に隣の建物を隠し，深い森にいるような雰囲気をつくりだす．ちなみに横浜国立大学への進学理由についてのアンケート結果では，自由回答で「キャンパスに緑が多くて広いから」という点をあげている学生もかなり存在していて，この植栽による森林の多い環境が学生を引きつける魅力になっていた（横浜国立大学 2000）．

(3)環境教育として見ると，ふだん農業や林業の作業の経験のないひとが植物を植えて育てる体験をできる利点がある．ただし自然のcommunityを理解するための教育にはあまりなっていないようである．今後は潜在自然植生の推定や植栽種決定の段階から市民参加とすればより有意義となるのではないか．

(4)応用科学では普及活動も研究者の重要な任務である．「ふるさとの森づくり」では造園・緑化業界にではなく市民に向けて活発な普及活動が行われた．植えた森林はモニュメントになり，政治家や企業も参加しやすい．社会には森林の価値を認めないひとも多いため単純なメッセージはとても効果的であった．しかし逆に植生の復元を理解するような，生態学を良く知っている市民から見ると違和感を感じる場面もあり，理解レベルの異なった市民にメッセージを伝えるのはとても難しい．このような難しさはケナフ栽培やブラックバスの放流問題などでも同様に見ることができる．

(5)地域の本来の自然を大切にしようという文化的な貢献も想定される．ただし「ふるさとの森づくり」はあくまで「潜在自然植生」の復元であって，住民にとっての原風景の復元ではない．たとえば国際植生学会の記念植樹では地球温暖化を想定して落葉広葉樹林域（中間温帯と思われる）である長野県明科町の松本平野にシラカシやシロダモなどの常緑樹を植えており，原風景の復元や過去の植生の復元を想起させる「ふるさとの森づくり」という言葉のイメージとはかけ離れたものがある．また気候的な潜在自然植生を復元するにしても，温暖化と植生帯移動については別途学問的に議論する必要がある．

## 今後の課題

「ふるさとの森づくり」の手法が確立された1970年代とくらべ西暦2000年代に入った現在では，生態学的な知識も増加し，また社会や自然そのものも変化してきた．

### 1．種組成の偏り

植生を復元する手法としてみると，極相林の高木種を植えた場所では植樹した高木種が育ち，見かけは極相林が回復しつつあるように見えるが，実際には低木や草本などの種組成があまり回復していないことが明らかになってきた（中島ほか 1998)．「ふるさとの森づくり」手法による横浜国立大学内の植栽地でも同様に，林床の低木や草本の種組成は本来の照葉樹林の種組成とは異なったままである（田中未発表)．ただし，藤原編（1997）による全国の植栽結果の調査報告書では，幹の直径や樹高の成長についての造林学的な検討はなされているが，残念ながら種組成の回復に関する検討は，報告書の表題にもかかわらず全く行われていない．

植栽林がまだ若すぎることもあるが，それ以外の要因の重要性も明らかになってきた．1970年代には，草本や低木の種子も鳥などにより容易に散布され，植生遷移は比較的順調な経過をたどると考えられていた．しかし分断された林分での最近の景観生態学的な研究や種子散布距離に関する研究から，意外と種子散布距離の短かい種が多いことが知られてきた．たとえば食べ残し型の動物散布を行うブナでは母樹から約50 m以内に95%の幼樹が分布するし(北村・河野 1996; 大谷・小池 未発表)，周食型の鳥散布植物であっても数十m程度の散布距離しか持たない種も多い．なお鳥による散布距離については小南(1999)のレビューが有益である．工場や住宅地などの人工的な環境に囲まれてパッチ状に造成された森林に，数km以上も離れた極相林の低木や草本種が自然に散布される可能性は非常に低い．

自然にまかせた散布が不可能であれば移植によって人工的に導入することになるのかもしれない．もし人為的に草本や低木を移植した場合には，(a)現地に植えられた植物の個体が生存して育つレベルと，(b)単に栄養成長できるだけでなく再生産（開花結実）してcommunity内で個体群を維持できるレベル

とを区別しておく必要がある．緑化を考えるだけであれば前者でも良いが，生態学的なcommunityの復元を目指すのであれば後者の条件も満たす必要がある．寿命の長い高木では「植えて育つレベル」であっても人間から見れば表面的には自然が回復したように見える．しかしより寿命が短い草本や動物では「群集内で個体群を維持できるレベル」が達成されていなければ急速に消滅してしまう．そのため寿命の短い種は見かけ上でも維持するのが難しい．本当に個体群が回復されたかどうかを判断するには，個体の寿命より十分長い時間スケールでの長期間の個体数調査か，あるいは個体群パラメータを測定して個体群の存続可能性を定量的に判断する viability analysis（Burgman *et al.* 1993）の少なくともどちらかが必要であると考えられるが，極相林の造成を目的とした植栽の場合はいうに及ばず，希少種が保全を目的に移植された場合でさえも，このような観点からの検討はまだほとんどなされていないようである（梅原 2000）．

また，極相の常緑広葉樹群集の種の80％を保持するには100 ha程度が必要で，ある程度の希少種の保全には16 ha程度以上の広大な面積が必要であることが石田ほか(1998)の研究で明らかになってきた．ただし孤立した状態で照葉樹林に遷移してきた林分と，照葉樹林が連続的に広がっていた縄文海進の時代から持続している遺存林分では種組成が違う可能性もあるが（原田 1993），その検討はなされていない．樹林のパッチが小さな場合には林縁種や栽培種の幼樹の侵入によって，林縁から150 m程度入ったところまで種組成が乱される現象もおきる（戸島ほか 未発表）．この影響を避けるためにもやはり10 ha程度の面積が必要である．「ふるさとの森づくり」では植栽面積が小さい場合が多いので，極相群集の種を保持する場所として利用するには無理があり，また種組成は林縁や周囲の住宅地などから供給される種子の影響を受けて偏りが生じてしまう．

このように最近の景観生態学的な研究から，相観のみの極相林の復元は比較的簡単であるが，本来の種組成を持った極相林の人工的な造成や遷移による自然な復元は，かつて考えられていたよりも非常に難しいことが明らかになってきた．このことは現在残された本来の種組成を持った極相林（みための極相林でなく）を保全してゆく必要がとても大きいことも意味する．

## 2．自然回復の方針の変化

日本でも燃料革命以前は草地や森林のバイオマスは重要な資源であり，草原も国土の大きな割合を占めていた（小椋 1996）．土壌浸食やバイオマス資源の枯渇に対抗するため，大きなバイオマスを持つ肥沃な森林づくりを目指す植林運動は重要であった．しかし燃料革命以後はこのような利用がなくなり，戦後に造林された樹木の生長や自然の遷移の進行などによって，草地性の種の消失が重要な問題になってきている（西脇 1999）．また遷移の進行や窒素酸化物（$NO_x$）の大気汚染などによる生態系内の肥料分の蓄積は群集内の多様性を低下させる（Tilman 1986; Huston 1994; 小山・徳地 2000）．そのため現在の日本では森林の造成だけでなく二次草地や湿地，二次林などを含めた多様な植生の保全や回復が重要になってきている．このような植生の回復目標の違いは日本の中で歴史的にみられるだけでなく，先進工業国と発展途上国との間にも存在すると考えられる（表1）．

最近は地球温暖化を防止するために$CO_2$排出規制の議論が行われ，地球全体の環境の面から森林の持つ生態系機能が再び注目されてきている．多様性が高ければ生態系機能も高い場合もあるが(Tilman *et al.* 1997)，痩せた草地や湿地などは地域全体の多様性には大きく貢献するものの生態系機能は低いと予想される．「生物多様性保全」と「$CO_2$吸収の生態系機能」の摩擦が今後激しくなる可能性もある．

表１．地域の状態に対応して意識されることの多い環境問題の中で特に植生の復元や創出に関係するもの．高度経済成長の過程で大規模な植生の消失がおきたが，それは植生の保全の問題なので表には含めない．

| 地域の状態 | 環境問題 | 植生の回復目標 | 特徴 |
|---|---|---|---|
| 都市（特に発展途上国） | 大気汚染や騒音などの公害 | 排気ガスや騒音，粉塵の遮断，見た目の緑 | 生態系機能重視 |
| 発展途上国や高度経済成長前の日本の郊外や農村 | バイオマス資源の枯渇，土壌浸食，etc. | 肥沃で生産性の高い森林の造成 | 生態系機能重視 |
| 先進国や現在の日本の郊外や農村 | 遷移の進行や富栄養化による種の消失，etc. | 痩せていて多様性の高い，草地や湿地などを含めた多様な植生の保全と回復 | 多様性保全重視 |

1970年代に提唱された「ふるさとの森づくり」では，造成された林が環境保全林と呼ばれることからも明らかなように生態系機能が重視されており（原田 2000），発展途上国型の植林運動と，先進国型の植生回復の移行段階に位置しているようにみえる．提唱された 1970 年代には生態学的に見ても十分先進的で，社会にきわめて大きな貢献をしてきた．しかし前述の問題もあり，現在の生態学のレベルから見ると community の創造・回復手法というよりも，極相林をモチーフにした造園や緑化の技法としてとらえるほうがよいかもしれない．

先進国であってもさまざまな生態系のひとつとして極相林の回復は意義のあることであるが，技術的には未だ完成されていない．今後は目標とする植生の決定を研究者がトップダウンで行うのでなく，市民参加にしたり，地域に暮らしてきた人たちの文化を尊重することが望ましいと思われる．また自然の復元技術には限界があることを参加した市民に伝えてゆくことも必要であろう．

**追記**

本原稿の作成後に宮脇氏から追加コメントをいただいた．逐一議論することは避けるが，いくつかの点について意見を述べたい．

長野県の盆地である安曇野の潜在自然植生の判定において，古い屋敷林に常緑樹が育っていることは成木の気候への生理的耐性の証明にはなるが，これだけから潜在自然植生の構成種かどうかを判断することはできない．一例として，私の実家のある伊那盆地の高度 700 m 周辺では植栽以外に常緑カシ類はない．庭のアラカシは樹高は約 10 m と低いが DBH は種の最大サイズにちかい．しかし特に寒い冬には気温が－18℃になり樹冠の部分枯死が起きるし，発生した萌芽枝や実生は林床にあっても冬期間にほとんど全て枯死してしまう．現在では地域のフロラの生態的特性の測定により極相林の種組成や優占度をある程度推定できるが（Koike *in press*），実生の生存率の低さや最大樹高が低い点から，当地の極相林にアラカシが侵入するのは難しそうだ．

まんいち常緑樹が潜在自然植生の構成種になりえたとして，それまで安曇野で地域のフロラに存在しなかった外来の常緑樹を植栽し，これが周辺の森林に侵入すれば移入種としての問題が起きる．少なくとも地元の住民との合意形成は必要に思える．

また植生の遷移は種子供給などを通してランドスケープの影響を受ける．鳥取県大山の二次林では，古くから存続した森林の近くではブナを含んでいるが，かつて草地として利用されてきた場所に成立した二次林にはブナが存在しない（大谷・小池 未発表）．都市内や埋立地に孤立した場所ではローカルなフロ

ラが限られるため，結果として潜在自然植生も自然の森林の多い地域とは異なると予想される．周辺に存在しない種の苗を緑化目的で供給することはローカルなフロラの変更を意味するため，潜在自然植生そのものの変化をもたらす可能性がある．言葉の定義の問題ではあるが「潜在自然植生の復元」は微妙な自己矛盾を含んでいるようにみえる．

最後に遷移途中相の里山や二次草地の管理がたいへんである点については同感である．「雑木林をボランティアで管理しているが労力が足りないので常緑樹林にしてしまいたい」という相談を都市近郊の市民から受けることもある．しかし労力がかかるから二次植生はいらない，ということにはならない．

## 引用文献


Burgman, M. A., Ferson, S. & Akçakaya, H. R. 1993. Risk Assessment in Conservation Biology. Chapman & Hall, London.

藤原一繪編 1997. 日本列島の環境保全林形成による緑化・回復に関する植生生態学的研究－自然林構成種植栽後 22 年間の森林回復動態の比較研究－．科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）研究成果報告書.

原田　洋 1993. 変化する社寺林．土と緑の会会報, **11**: 11-16.

原田　洋 2000. 環境保全林造成への期待(1)．春夏秋冬，**24**: 45-50.

Huston, M. A. 1994. Biological Diversity. Cambridge University Press, Cambridge.

石田弘明・服部　保・武田義明・小舘誓治 1998. 兵庫県南東部における照葉樹林の樹林面積と種多様性，種組成の関係．日本生態学会誌，**48**: 1-16.

北村系子・河野昭一 1996. 樹木集団の個体群統計遺伝学的解析－ブナおよびアメリカブナのメタポピュレーションの構造と解析－．日本生態学会誌，**46**: 179-183.

Koike, F. *in press*. Plant traits as predictors of woody species dominance in climax forest communities. Journal of Vegetation Science.

小南陽亮 1999. 鳥類に食べられて運ばれた種子の空間分布．種子散布（上田恵介編），pp. 17-26. 築地書館，東京.

小山里奈・徳地直子 2000. 富栄養酸性雨の生物多様性への影響．遺伝，**54**: 33-38.

宮脇　昭・藤原一繪・小澤正明 1993. ふるさとの木によるふるさとの森づくり－潜在自然植生による森林生態系の再生法－（宮脇方式による環境保全林創造）．横浜国立大学環境科学研究センター紀要，**19**: 73-107.

中島敦司・養父志乃夫・山田広之・駒走裕之 1998. 湾岸工場地での「エコロジー緑化」植栽地における施工 18 年目の林分構造．ランドスケープ研究，**61**: 505-510.

西脇亜也 1999. 草原生物群集の成立と衰退．遺伝，**53**: 26-30.

小椋純一 1996. 植生からよむ日本人のくらし．雄山閣，東京.

Tilman, D. 1986. Resource competition and the dynamics of plant communities. In: Plant Ecology (ed. M. Crawely), pp. 51-75, Blackwell, Oxford.

Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M. & Siemann, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. Science, No. **277**: 1300-1302.

梅原　徹 2000. 絶滅危惧種の保護と生態系．植生情報，No. **4**: 39-40.

横浜国立大学 2000. 授業改革に関する学生の意識調査報告書.