

森林立地とモデル

福岡林試 竹下敬司

森林立地の主要な課題の一つである環境と林木の生長との問題を例にとって、モデル的取扱いの現状について触れてみよう。

環境因子の種類は多岐にわたり、夫々が林木の生長に対して特徴ある関係を示しているわけであるが、この間の特性を若干整理してみると次のようなことが言える。

- (1) 生長量としては、伐期（40年）程度の時間断面における林分の材積や樹高などの総生長量を対象としている場合が普通であるが、ベースとなる時間が長期であるため、これを説明する環境因子もその間の平均値を指標するものでよいことになる。このことは気象因子などのように短期的には変動の大きなものも平均化して、安定した気候因子として取扱えるなどの利点があり、短時間では把握しにくい多くの因子をも利用可能としうる便利さがある。反面、因子の役割が間接的になるため理論的性格があいまいとなり、また、任意の単位時間内における生長と環境との直接の関係は不明のまま残されている面が多い。この点、年単位以下の時間経過をベースとする森林の生長モデル化を意図するような場合には、森林立地地面からの有効な提言は、あまり期待しえないような現状にある。
- (2) 生長に対する環境因子の相関性と因子自身の内容が多種多様にわたっており、次のような区分がなされる。
 - ① 分類因子：目的に対する関係は必ずしも明瞭でないが、因子内のカテゴリー区分がほぼ明確に行える分類因子。地質基岩区分などがこれに近い。
 - ② 順序分類因子：目的に対するカテゴリー区分毎の序列が、明らかとなっている分類因子。土壌型などがこれに該当しよう。
 - ③ 整数因子：関係はともかく、整数値などのように等間隔の単位で計量可能な因子。標高などがこの例。
 - ④ 関数因子：関数関係ないしはグラフ上での曲線形などが判っている因子：水分量・養分量等がこれに近い。これらの因子を用いて生長との関係を計量化を計る場合、後者ほど理論的吟味が容易な、程度の高い因子と考えることが出来る。

(3) 因子の機能的な意義を検討すると、水分量、養分量、気温などのように、生理・生能的にみて単元的な働きが期待される素因子と、土壌型や、地形区分型などのように単元要素をいくつか総合したような意味を持つ複合因子（但し、この因子内の多元機構は不明）とに区分される。一般に複合因子は分類因子であることが多く、その分類基準もやや不明確なものが多い傾向にあるので、モデル化や多次元総合化に際して、理論的吟味を行う場合には素因子を用いた方が有利と考えられる。

ここで、上記の因子の特性を念頭におきながら、森林立地における総合表示の現状について検討を加えてみよう。

森林環境の機能は、多数因子の総合表示に頼らなければならないが、この場合、結果の普遍性を高めるためには、理論的かつ組織的なモデルを背景とした因子の選択とその組合せが必要と考えられる。しかしながら、この点に関しては、かなり不満足な現状にあるように思われる。

現在、一般的に行なわれている地力の総合表示は、数量化Ⅰ類などの純統計的手法に頼って実行されているのであるが、この場合に、さきに述べた順序分類因子や整数因子、関数因子を、それらの有理性を御破算にして、すべてを関係未知のカテゴリー因子に還元させ、また、素因子、複合因子の意義をも不問のまま総合解析が行なわれている。結果はカテゴリー毎にスコアを変えて数量化がなされているわけであるが、その値いを吟味してみると、既往の研究で得られていた序列や関数関係とは、かなり矛盾したスコアが見出されることが少くない。これは、本来、規則的で、スムーズな序列関係を示すはずのスコアが、相関係数の向上に専念したため、たまたま求められていた調査データの偏よりに影響されて、イレギュラーな序列となって表示されたことに帰因するものであろう。このため、相関係数は高いが、実用に際しての再現性に乏しい結果に終わっていることが多い。序列や関数的な制約条件を考慮した数量化法が実施されれば、この間の矛盾もかなり解消されるはずであるが、現在のところ、これに類する動きは大きくないように感じられる。

筆者は、スギ林の林地生産力を題材にして、上記の欠点を若干補った総合解析を試みたことがあるが、これを紹介すると、次のとおりである。

(1) モデル化と因子の選択：特殊な環境を除くと、スギ林の地力の大小は水分環境によって殆ど決定されるものと考え、これが水の供給量と、それを流通配分する物理

的條件との関数関係にあるものとしてモデル化した。因子は水量と流通条件との関するものが主体になるわけであるが、この二つの要因に集中して選択することにより、それらの反応機構はかなり簡明なものとなったように思われる。水の供給費に関する因子としては、降水量、蒸発量（負）、中間流・地下水からの補給量を、流通条件に関するものとしては、斜面形の傾斜、土壌粗孔隙等を考え、また、因子の把握に当っては、直接あるいは間接的な方法により、整数値の素因子として測定することに努め、複合因子や分類因子は副次的に取扱うことにした。

- (2) 解析上の留意点：解析に当っては、各因子の偏相関関係図が、グラフ上で、スムーズな曲線形をとることを前提条件とし、不規則な折線グラフとなることを排除した。ただ、このような認定は整数因子でないと出来ないもので、分類因子については既往の序列関係を尊重することとした。
- (3) 結果：このようにして総合解析を行った結果は、相関係数が0.9～0.95程度におさまったが、この係数値は、同一データを数量化I類で処理した場合よりも、低い傾向にある。しかしながら、その後得られた別個のデータによって、結果の再現性をチェックしてみると、これは、却って高いことが認められた。

前にも述べたように、森林立地因子は多様であり、総合化にあたっては、それらを取捨選択を行なって、重要因子にしぼることが必要である。この作業を、現在一般化している統計的に手段によって行なうと、素因子よりも複合因子が、それに伴って整数因子よりも分類因子が抽出される機会が多いようである。複合因子は、これまでの記載科学、経験科学の一種の総合成果として提示されたものが多いだけに、目的に対する寄与率も高く、そのため選択される可能性も大きいのであろう。しかしながら、別個の手段で導かれた一種の完成品の性格があるので、修正や改良には限度があり、総合結果の理論性、隣接科学と連繋性、数値精度の向上等を期待する場合には支障を来すことが考えられる。この種の支障を除去するためには、物理学で扱われているほどの厳密性はないとしても、次元の揃った理論的な数値因子が選択されることが望ましいが、現在、立地分野で、数理的にこれを検討する手段は未知の状態となっている。筆者としては、課題を組織的に整理（フローチャートなどにより図示）することにより、ある程度客観的に問題点の所在と、それに関する因子の抽出とを計ることが可能と考えているが、これによって、かなり、ツブの

揃った因子の選択が行えるのではないだろうか。そして、この組織的に整理することが、森林立地の一つのモデル化であり、それによって、解析上の条件や仮説の提示が行いうるものと考えている。