

測樹, 統計, 遺伝

林試関西支場 田 口 豊

測樹は遺伝の用語を使えば, 木の量的形質の測定を主内容とするものであると考えられます。そして測定方法の理論的基礎をなすものが統計であるといえます。さらに測樹の目的を考えると, 測定値そのものの獲得にある場合と, 得られた測定値の再現性(同時的または異時的)の獲得にもある場合にわけられます。たとえば, 販売のための木の調査は前者に, 収穫予測のための調査は後者に属します。

しかし, 従来の測樹の理論および技術の開発はいずれの場合にも本質的には測定値そのものを求めることにおかれていたと考えられます。これは種内無変異および変異の他動性の前提に立っていたといえましょう。確かに測樹は統計理論の広汎な応用と相待って, 私などが習ったものとは面目を一新した観があります。測定値の求め方の精密化に伴って, たとえば, 立木材積表, 林分収穫表, 地位指数スコア表など, 再現性を目的とする各種数値の精度も著しく向上したように見えます。しかし, 再現性はほんとうに高まったでしょうか。再現性獲得の方法が前者の延長線上にある間は必ずしも樂觀を許さないと思います。

再現性の獲得のためには再現性を支配する因子を考慮する必要があります。特に, 個別の対象に関する森林施業管理に適用する場合はそうであります。

遺伝の立場からは, 木の量的形質の値(表現型値) P は, 遺伝子型によって定まる値(遺伝子型値) G と, 遺伝子型以外の要因(環境=立地+施業)によって影響される値(環境偏差 E , によって,

$$P = G + E \dots\dots\dots(1)$$

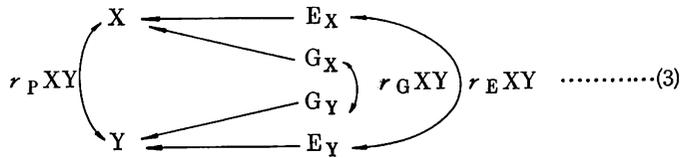
のように表わされます。具体的には G はその遺伝子型の全分布域にわたる個体の表現型値の平均値, E は各個体の表現型値の偏差, として定義されます。これに対して, 従来の測樹における量的形質の考え方は, e を管理不能要因に基づく偏差として,

$$P = E + e \dots\dots\dots(2)$$

のように表わされるといえましょう。(1)の G は(2)では e の中に入れられています。(1)では, $\bar{P} = G$, となりますが, (2)では, $\bar{P} = E$, となります。この差が再現性に大きく影響するわけであります。この違いを分布と相関の二つについて考えてみます。

まず, 量的形質の分布であります。 (1)では P の分布の基礎に G の分布があると考えます。 G の分布は遺伝子型と個々の遺伝子の効果によって定まります。 P の分布と G の分布の差が環境効果および誤差の分布となります。従って, ある量的形質の表現型値の分布が, たとえば正規分布であることが認められたとしても, G の分布が正規分布をしているかどうか問題になります。これに対して, (2)では P の分布それだけがある理論的分布と一致するかどうか問題になります。

次に相関であります。これについても(1)では, 表現型相関, 遺伝相関, 環境相関の三つが考えられます。これらの関係を S. Wright (Li 1976) の径路解析の図式を採用してきわめて簡略化して表わすならば次のようになります。



r_P は表現型相関、 r_G は遺伝相関、 r_E は環境相関、 X と Y は形質を表わします。遺伝相関は遺伝子の多面的作用、連鎖、固定化などにより、 r_E は共通環境効果などにより生じます。これらはある前提の下に次のように表わされます (Falconer 1964)

$$r_P XY = h_X h_Y r_G XY + \sqrt{1-h_X^2} \sqrt{1-h_Y^2} r_E XY \dots\dots\dots(4)$$

h_X および h_Y はそれぞれ形質 X および Y の遺伝率を表わします。従って、 $r_P XY$ とその標準誤差が与えられた場合、(1)ではそれが遺伝相関から生じたものか環境相関から生じたものかが問題となりますが、(2)では通常の有意性が問題になるだけであります。

上に例示した形質の分布および形質間の相関は測樹では常に出合う問題であり、その取扱いについても十分ルーチン化しているように見えます。しかしその再現性を問題にするならば、前述の前提の下での普通の意味の有意性だけでは不十分であることがわかれると思います。

現在のところでは、遺伝子を目で見るわけにはいかないし、交配実験によって確かめることも難しい状態にあります。従って、木の遺伝子型が問題にするほど量的形質に影響するかどうか疑問に思う方も少なくないでしょう。しかし、電気泳動による多数のアイソザイムの発見、抗原抗体反応による個体差の発見、産地変異または系統変異などの発見、他生物におけるポリジーンの解析などから、木の量的形質に関与する遺伝子型の数は決して小さくないこと、その影響も決して小さくないことが推定されます。量的形質ではありませんが、測樹の対象となる立木の配置および密度およびそれらの変化、天然林における樹種の組合せなども、遺伝に支配される部分が小さくないことが知られつつあります。

以上のようなことから、測樹の実用性をさらに高める道の一つは、木の量的形質および森林における測樹の対象となる諸現象が遺伝によって支配されることが大きいという前提に立った測樹の理論および技術の開発にあると考えられます。材積表や収穫表にしても、従来は環境変動のみを重要視して来ましたが、これからは遺伝的変異にも目を向ける必要があります。遺伝子型を絶対的に把握するという事は木の場合には不可能なぐらい困難ではありますが、集団内の個体のそろい方あるいは集団間の比較などの目安をうることは決してできないことではありません。測樹対象の遺伝的組成にはえられた数値の再現性の基礎として十分な関心を払うべき段階に来ていると考えられます。これからの測樹にとっては、遺伝特に量的形質の遺伝は統計と共に基礎の一つとしていかなければならないと考えます。