

プロットレス・サンプリングの抽出個数について

九州大学農学部 関屋 雄偉

1. はじめに

1948年に、オーストリアのW. Bitterlichによって“角算定標準地法”が発表されて以来、数々の研究がなされ、1955年に平田種男の“垂直定角法”、1957年にStrandによって“可変矩形プロット法”と発展した。これらは、いずれも一定面積の大きさのプロットではなく、木の大きさによって半径や矩形の一边が変り、一定の定角によって半径や一边が自動的に定まるので、プロットの境界設定が不要であるという意味で、プロットレス・サンプリングと呼ばれることは周知のとおりである。しかし、この方法による標本の点または線分の抽出個数の決定については、あまり言及されていないように思われるので、いくつかの考察の結果を述べることにする。

2. 基本的な考え方

一般に、単純無作為抽出法に基づいたプロット・サンプリングによる森林調査では、対象林分に対してある固定された面積（大きさ）をもつ抽出単位のN個よりなる有限母集団を想定し、しかもくり返しのない標本抽出法をとり、目標精度と同じ単位で表わされる標本の分散または標準偏差を、予備調査などによって妥当情報をえて、次に示す式により、標本としての抽出単位の抽出個数nを決定する。

$$n = \frac{(ts/E)^2}{1 + (ts/E)^2/N} = \frac{(tc/P)^2}{1 + (tc/P)^2/N} \dots\dots (1)$$

- ただし、E：目標精度
- s：標本の標準偏差
- t：Studentのt
- c：変動係数 (s/\bar{x})
- P：目標標本抽出誤差率 (E/\bar{x})

一方、同じく単純無作為抽出法に基づき、プロットレス・サンプリングによる森林調査では、抽出単位の大きさを固定したプロット・サンプリングとは逆に、抽出される単位は点または線分を基本とする。このため、位置はあっても面積はなく、したがって、対象林分は無限母集団でもって構成されると考えられる。こ

の場合の標本としての抽出単位の抽出個数は、次式で決定される。

$$n = \left(\frac{ts}{E}\right)^2 = \left(\frac{tc}{P}\right)^2 \dots\dots\dots (2)$$

この式は、くり返しのある有限母集団からの抽出単位の抽出個数を決定する式と同じであるが、この式をみると、母集団を形成する抽出単位の数は、標本としての抽出個数の決定には直接影響がないことがわかる。

3. 計算例

1) 対象林分の面積（大きさ）を変える。

例えば、変動係数70%の林分に対して10%の目標誤差率、95%での確率水準 ($t \cong 2$) で、プロットレス・サンプリングによる場合、その標本としての抽出単位の抽出個数は、(2)式からつぎのように算出される。

$$n = \left(\frac{2 \times 70}{10}\right)^2 = 196$$

同じ条件で、プロット・サンプリングにより、ある固定された面積をもつ抽出単位のN個で形成される母集団について、Nを変えながら、必要な標本の数を、(1)式により算出すると、次のとおりである。

- ① N = 200 $n = \frac{(2 \times 70 / 10)^2}{1 + (2 \times 70 / 10)^2 / 200} \cong 99$
- ② N = 400 n = 132
- ③ N = 800 n = 157
- ④ N = 1600 n = 175
- ⑤ N = 3200 n = 185

すなわち、母集団のNの大きさによって、必要な標本の数は漸増するが、その増大傾向は母集団のNのそれに較べてはるかに小さい。

2) 変動係数を変える。

上記の例で、他の条件は変えずに、変動係数のみを変化させて、プロットレス・サンプリングによる必要な標本としての抽出単位の抽出個数を算出すると、次に示すとおりである。

① $c = 100\%$ $n = \left(\frac{2 \times 100}{10}\right)^2 = 400$

② $c = 70\%$ $n = 196$

③ $c = 50\%$ $n = 100$

④ $c = 30\%$ $n = 36$

すなわち、変動係数が小さくなるにしたがって必要な標本としての抽出個数は激減する。

3) 対象林分の面積と変動係数の両方を変える

上記の例で、対象林分の面積（大きさ）と変動係数の両方を変化させながら、プロットレス、プロットの二つのサンプリングに必要な標本としての抽出単位の抽出個数を算出して示したのが、次表である。

表-1 標本として必要な抽出単位の個数

N \ c		100	70	50	30
プロットレス・サンプリング		400	196	100	36
プロット・サンプリング	200	133	99	67	31
	400	200	132	80	33
	800	266	157	89	34
	1600	320	175	94	35
	3200	356	185	97	36
	6400	376	190	98	36

4. 考 察

以上の計算結果から考察すると、次のとおりである。

- 1) 単純無作為抽出法を前提とするとき、プロットレス・サンプリングを用いる場合、その標本としての抽出個数の決定には、対象林分の面積（母集団としての大きさ）に関係なく、変動係数、確率水準の増大は抽出個数を増大させ、目精精度の低下は必要な抽出個数を小さくする。その時、変動係数が最も大きく標本としての抽出個数に影響する。
- 2) したがって、変動係数が大きい場合、小面積の森林に対して予想以上の大きな抽出個数を必要とすることになる。ゆえに、調査対象林分の性格を考慮しなければならない。すなわち、抽出単位の面積と母集団を形成する抽出単位の総数すなわち面との関係である。
- 3) 水平定角法の場合、断面積定数の大小が、可変矩形プロット法の場合、基準線分の長さと同断面積定数の大小が、変異係数に大きく影響するものと思われ、その適切な選択が望まれる。
- 4) 変動係数を小さくすることが必要な抽出個数に大きく影響することから、いわゆる層化することの意義があらためて強調される。