

計画編成における森林調査簿の蓄積の修正について

下北森林管理署 森林官補（薬研森林事務所） 岡部 岳人

1. はじめに

森林調査簿の蓄積は、5年に1度の計画編成の際に修正することになっている。その際、収穫調査の結果は、小班についての信頼の出来る情報であるものの、蓄積の修正には十分活用されていない現状がある。収穫調査の結果は、当該小班の蓄積の修正に利用されるにとどまっており、仮に小班ごとに何らかの傾向があれば、調査箇所以外の修正もできるのではないかと考えられる。そこで本研究では、収穫調査復命書を利用し、森林調査簿の蓄積を簡易的に修正する方法の検討を行った。

2. 研究方法

(1) 研究方法

森林調査簿の蓄積を簡易的に修正する方法の検討にあたって、土地の生産力を示す指標である地位によって小班の蓄積が説明できるのではないかと考えられる。その場合、地位ごとの成長量を想定することで蓄積の修正が可能であると考えられる。

そこで本研究では、収穫調査復命書の蓄積を用い、①地位と蓄積に実際に相関があるのかを検討し、地位と蓄積に関係が見られた場合、②地位ごとに簡易的な収穫予想表（A式）を作成する。最後に③林齢、樹高、直径などの関係から収穫予想表（B式）を推定し、これを②の簡易的な収穫予想表（A式）と比較し、A式の妥当性の検討を行う。

本研究では、収穫調査復命書における蓄積を利用し、現在、森林調査簿の蓄積の算出に利用されている収穫予想表の修正を行った。収穫予想表は、施業実施計画で定められた一定の施業方法によって取り扱われたときに実現される平均的な林分を対象として作成されたものである。これは、被害その他故障が無く健全な生育をなしている林分を対象に作成されている収穫表とは異なるものである。対象としている林分の違いから、収穫予想表の蓄積は収穫表の蓄積よりも一般に小さくなる。青森県内の国有林のスギ人工林に適用されている収穫予想表は、地位・施業群に関わらず一つである。これは、秋田・山形県内の国有林のスギ人工林では、地位・施業群ごとに複数の収穫予想表が作成されているのとは大きく異なる点である。

(2) 使用したデータ

本研究に使用したデータは、平成23年度～26年度の収穫調査復命書67件である。調査対象地域は、旧大畑営林署管内（現大畑・赤滝・薬研各担当区）であり、樹種はいずれもスギ、林齢は34～60年生である。また、事業区分は製品生産による間伐である。本研究で使用した蓄積量は、復命書における総材積からスギ以外の材積を除外したものを林小班面積から除外地を差し引いた面積で除して計算した ha あたり幹材積である。これを数式で表したのが①式である。ただし、 $\bar{V}$ は ha あたりの蓄積 (m^3)

/ha)、 $V_{\text{スギ}}$ は小班内のスギの蓄積 (m^3)、 $S_{\text{林小班}}$ は林小班の面積 (ha)、 $S_{\text{除外地}}$ は除外地面積 (ha) である。以下の議論では、特にことわり無く蓄積と呼ぶ場合、この ha あたりの幹材積を指す。

$$\bar{V} = \frac{V_{\text{スギ}}}{S_{\text{林小班}} - S_{\text{除外地}}} \quad \dots \textcircled{1}$$

3. 結果及び考察

(1) 地位と蓄積の関係

国有林における地位は、「伐期総平均成長量をもって m^3 単位の等級に区分する。」^[8]とされている。そのため、その定義からは、地位が高ければ当然に蓄積が大きくなることになる。地位の計測にあたっては、当該樹種の人工林が成立している林分を対象に林分の平均樹高と収穫表の同一林齢の主林木の平均樹高の範囲を比較することによって判定する直接的方法と天然林や無立木地など現に目的樹種が生育していない林分を対象に土地調査により総合的に判定を行う間接的方法がある。直接的方法による地位の計測は、成立している実際の林分の樹高を計ることで行われており、計測の精度は比較的高いと考えられる。一方、土壌等の土地調査から樹高を推定する間接的方法では、推定された樹高と実際の樹高の間にズレが生じやすく、結果として計測された地位と蓄積の間の相関が弱くなると推察される。そのため、本研究では、地位は実際に蓄積の差異を説明できるのかを検討することから始める。

地位と蓄積の関係は、齢級ごとの相関係数を計算することで明らかにした。まず、全 67 件の収穫調査復命書には地位 5～15 まで含まれており、それぞれの数が少なかったことから、地位“上”(15～12)、“中”(11～9)、“下”(8～5)に区分した(表1)。この区分方法は、地位判定基準図作成時の区分にならったものである。^[8]

齢級ごとの地位と蓄積の関係は、林齢 56～60 においては、データが地位“中”のものしか無く、相関係数は求められず、林齢 51～55 においては、相関が見られなかった。一方で、林齢 31～50 については、相関が認められた(表2)。以上より、地位と蓄積には相関があるものとして本研究をすすめていく。

表1 地位ごとのデータ数

地位	林齢	データ数
上	34～55	23
中	34～60	34
下	36～46	10

表2 地位と蓄積の関係

林齢	データ数	相関係数
31～35	8	0.655
36～40	17	0.575
41～45	12	0.806
46～50	10	0.613
51～55	11	-0.010
56～60	9	-

(2) 簡易的な収穫予想表 (A 式) の作成

簡易的な収穫予想表 (A 式) として、青森県内の国有林に適用されている現行の収穫予想表に地位ごとに一定の係数 (以下補正係数) を掛け、引き延ばしたものを想定

した。一般に収穫予想表は、間伐等の残存木である主林木と伐採対象となる副林木によって構成されるが、今回検討の対象となるのは、ある林齢において現存する蓄積であるため、収穫予想表のうち主副林木合計の幹材積の数値を利用した。以下特にことわりなく収穫予想表の蓄積という場合、収穫予想表における主副林木合計の幹材積のことを指す。

補正係数の算出については、各復命書の蓄積とその林齢における収穫予想表の蓄積に補正係数を掛け合わせた値の残差平方和が最も小さくなるような補正係数を採用する。これを数式で表したのが②式である。ただし、 Y_i は復命書の蓄積であり、 i は調査時の林齢、 k は定数（補正係数）、 $f(t_i)$ は林齢 i における収穫予想表の蓄積である。

$$\min \sum \{Y_i - k \times f(t_i)\}^2 \quad \dots \textcircled{2}$$

②式により地位ごとの補正係数 k を計算したところ、上中下それぞれ 1.65、1.46、0.93 となった（表 3）。これをグラフにしたのが図 1 である。

表3 地位ごとの補正係数	
地位	補正係数
上	1.65
中	1.46
下	0.93

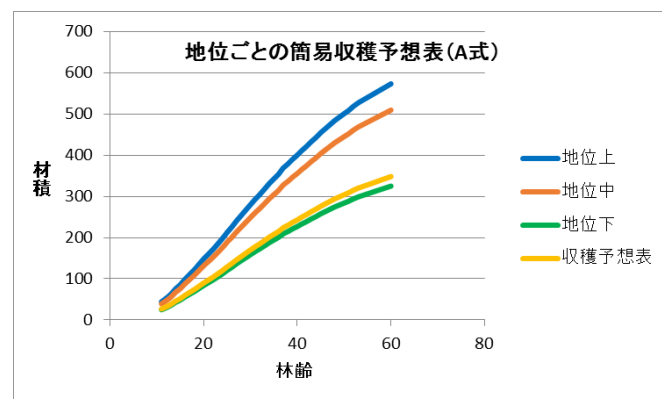


図 1 地位ごとの簡易収穫予想表（A 式）

（2）収穫予想表（B 式）の作成

次に、林齢、樹高、平均直径、平均幹材積及び本数の関係から収穫予想表（B 式）を作成する。収穫予想表（B 式）は図 2 の手順に従って作成したが、この作成手順は国有林における収穫表作成手順や森林総研（2005）にならったものである。^{[2] [3] [5]} 収穫予想表（B 式）の作成にあたっては、各復命書に添付されている樹材種別一覧表を利用した。なお、収穫予想表（B 式）の具体的な作成過程については、地位“上”について示し、同様の方法で地位“中”についても行った。地位“下”については、データ数が限られていたことから、B 式の作成は行えなかった。

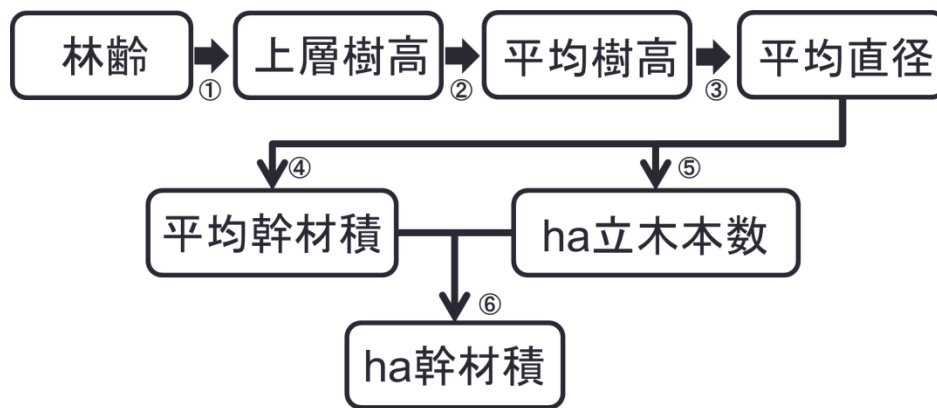


図2 収穫予想表（B式）作成手順

①林齢から上層樹高の推定

最初に、林齢から上層樹高の推定を行うが、上層樹高を利用するのは、上層樹高は林分密度などの影響を受けず、純粹に地位によって決定されていると考えられるためである。一般に上層樹高をもって地位指数の指標として地位区分を行うが、本研究では調査簿による地位区分を採用し、上層樹高による地位区分は行わなかった。上層木であるか否かは、一般的には、現場で見ても判断するが、復命書からは上層木であるかが判断できないので、樹高上位 50% を上層木とみなした。

林齢と上層樹高の関係は、林齢に対する樹高の成長曲線の式で表される。樹高の成長曲線として、ロジスティック式、ミッチャーリッヒ式、ゴンペルツ式等様々な式があり、今回のサンプルに最も当てはまりの良い式を特定する必要がある。当てはまりの良い式を特定するには、復命書における上層樹高と樹高曲線における上層樹高の理論値の残差平方和が最小になるものを選べば良い。これを式で表現したものが③式である。ただし、 $\bar{h}_i$ は復命書における上層樹高であり、 i は調査時の林齢、 $h(t_i)$ は林齢 i における樹高曲線から求められる上層樹高の理論的な値である。

$$\min \sum \{ \bar{h}_i - h(t_i) \}^2 \quad \dots \textcircled{3}$$

これを計算したところ、林齢に対する上層樹高の曲線としてゴンペルツ式がもっとも当てはまりが良くなった。ゴンペルツ式は④で表され、 h は上層樹高、 t は林齢、 k 、 a 及び b はいずれも定数である。定数の値を計算したところ、 $k=20.85$ 、 $a=4.016$ 、 $b=0.068$ であった。

$$h = ke^{-ae^{-bt}} \quad \dots \textcircled{4}$$

②上層樹高から平均樹高の推定

上層樹高 (h) と平均樹高 (Hm) の関係は⑤式のとおりである。

$$Hm = 1.0372h - 3.006 \quad (R^2=0.86) \quad \dots \textcircled{5}$$

③平均樹高から平均直径の推定

平均樹高 (Hm) と平均直径 (D) の関係は⑥式のとおりである。

$$D = 1.7887Hm - 5.1442 \quad (R^2=0.82) \quad \cdots \textcircled{6}$$

④平均直径から平均幹材積の推定

平均直径(D)と平均幹材積(V)の関係は⑦式のとおりである。

$$V = 0.0375D - 0.463 \quad (R^2=0.98) \quad \cdots \textcircled{7}$$

⑤平均直径から ha 立木本数の推定

平均直径 (D) と ha 立木本数 (N) の関係は⑧式のとおりである。平均直径と立木本数の関係は、一般的には指数関数で表す。これは、若齢林においては直径の成長に伴い本数が急激に減少し、その後成長に伴い本数の減少が緩やかになるためである。本研究で利用したデータは 34 年生以上であり、直線による近似であてはまりが良かったことから、直線による近似を行った。

$$N = -89.439D + 3460 \quad (R^2=0.62) \quad \cdots \textcircled{8}$$

⑥平均幹材積及び ha 立木本数から ha 幹材積の推定

ha 幹材積は、平均幹材積と立木本数を掛け合わせることで求まる。以上の手順を経ることで林齢と ha 幹材積の関係が明らかになった。

(3) 簡易的な収穫予想表 (A 式) と収穫予想表 (B 式) の比較

最後に簡易的な収穫予想表 (A 式) と収穫予想表 (B 式) の比較を行い、簡易的な収穫予想表 (A 式) の妥当性の検討を行った。これを行うのは、A 式は収穫予想表を単純に引き延ばしただけのものであり、生態学的な裏付けのあるものとは言えず、樹高や直径等の関係から導かれる B 式の材積と矛盾がないかを検討する必要があるためである。B 式については、34～60 年生のデータを利用しており、信頼の出来る結果は同林齢の間であると考えられることから、34～60 年生の間のみ記載した (図 3)。

A 式と B 式の誤差は、地位“上”については平均 11%であり、地位“中”については平均 5%であった。これより、A 式は B 式との間に大きなズレがあるとは言えず、収穫予想表を引き延ばした A 式を利用し、蓄積の修正を行うことは可能であると言える。

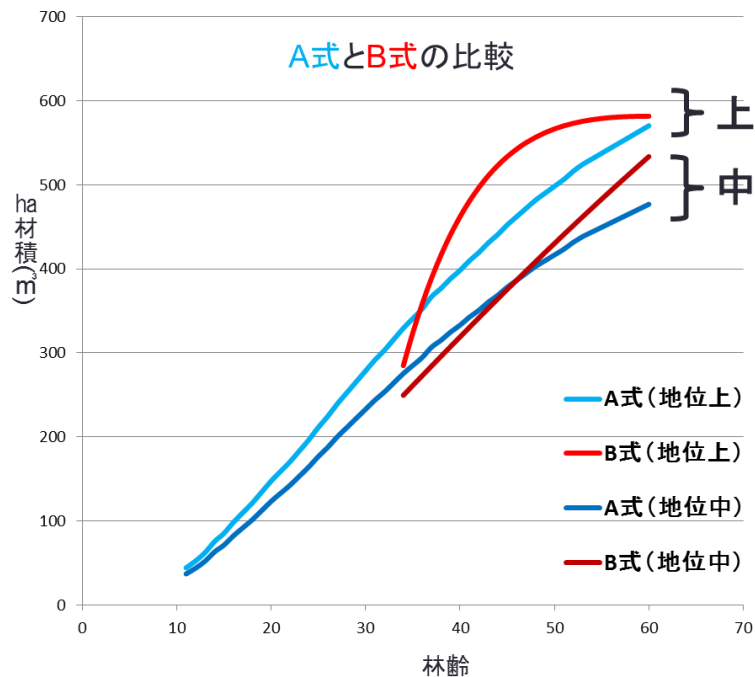


図3 簡易的な収穫予想表（A式）と収穫予想表（B式）の比較

(4) 結論

旧大畑管内の国有林では、地位と蓄積に相関が見られ、地位ごとの補正係数を現行の収穫予想表に掛け合わせて作成した簡易的な収穫予想表（A式）を利用し、調査簿の蓄積の修正を行うことで、現在よりも調査簿の蓄積を実態に近づけることが出来ることが示された。また、この簡易的な収穫予想表（A式）は、樹高や直径等の関係から一般的な収穫予想表作成手順に従って作成した収穫予想表（B式）における蓄積との間に大きな乖離は見られず、十分な精度を持っていることが示された。

(5) 考察

本研究により、旧大畑管内の国有林では、地位“上”“中”において現行の収穫予想表をそれぞれ約 1.65、1.46 倍した蓄積が実態に近いことが示された。これは、森林調査簿の蓄積が、収穫予想表のみによって計算されている場合、蓄積は相当程度低く見積もられていることを意味する。

今回研究の対象としたのは旧大畑管内のみであり、下北管内の他事務所や県内の他署の蓄積については、本研究の結果をもとに論じることができない。ただし、地位の定義に従い、青森県内のスギに適用されている現行の収穫予想表の地位を計算すると 7～8 程度であることがわかる。これは、蓄積が地位の定義どおりの値を取ると仮定した場合、地位 15 の林小班においては、現行の収穫予想表の約 2 倍の蓄積であることを意味する。そのため、下北管内の他事務所や県内他署においても、調査簿の蓄積が収穫予想表のみによって計算されていること（林況調査等による蓄積の修正がされていないこと）、蓄積の差異が地位によって十分説明可能であること、以上 2 つの仮定が満たされる場合、森林調査簿の蓄積は、実態よりも相当程度低く見積もられていると言える。

本研究で示した方法を他の地域へ適用していくためには、地位と蓄積に相関がなければならない。しかし、3（1）で説明したように間接的方法で地位を計測した場合は直接的方法に比べ誤差が大きくなっていると考えられ、その後の人工林の生育状況から地位の再検討を行った形跡も見られない。そこで、間接的方法で地位の計測がなされた小班について、直接的方法で再度地位を計測し、地位を修正していくことで地位と蓄積の相関がより強くなると考えられる。その結果として、本手法を他地域にも適用し、簡易的に森林調査簿の蓄積の修正ができるようになるであろう。

本研究では、地位“下”については、データ不足から収穫予想表（B式）の作成ができず、簡易的な収穫予想表（A式）の妥当性の検討が出来なかった。今後、収穫調査復命書のデータをさらに積み上げて、検討していく必要がある。また、本研究では、地位と蓄積の関係が弱い小班も観察されたことから、今回は考慮に入れなかった施業履歴の違いや過去の風雪害等の発生といった要因を含めた分析も今後求められる。

参考文献

- 【1】和泉慎太郎、西園朋広、澤田智志（2006）「スギ超長伐期林分における収穫予想表の調製」平成 18 年度 森林・林業技術交流発表集
- 【2】森林総合研究所北海道支所（2005）「北海道地方版カラマツ人工林収穫予想表」第 1 期中期計画成果 9
- 【3】林野庁（1962）「青森地方スギ林分収穫表調整説明書」
収穫表調整業務研究資料第 28 号
- 【4】「国有林における森林標本調査要領」33 林野第 6186 号
- 【5】「収穫表調整に関する件」24 林野第 8689 号
- 【6】「地位指数調査要領の施行について」40 林野計第 239 号
- 【7】「保続表作成要領」44 林野計第 414 号
- 【8】「立地級区分調査要領」39 林野計第 537 号