

森林資源モニタリング調査データを用いた地位指数曲線の推定

千木良雄治¹・村上拓彦^{1*}

(平成25年2月1日受付)

要約

森林資源モニタリング調査データ1期、2期のデータを用いて収穫表の新たな調整を試みた。本研究の目的は、従来の新潟県の収穫表調整のデータにモニタリング調査データを加えて、より実態に合った新潟県の地位指数曲線を求めることである。新たな地位指数曲線を求めるために、モニタリング調査データ58点、新潟県収穫表作成時のデータ167点、さらに2003年に新潟県で実施された高齢級スギ人工林実態調査100点を用いた。今回、Richards式を用いて地位指数曲線の推定を行った。最終的に、新潟県の新たな地位指数曲線を求めることができた。得られたパラメータから判断して、今回求められた地位指数曲線はMitscherlich型であった。従来の収穫表の地位指数曲線に比べ、今回推定した地位指数曲線は成長が上方修正されており、高齢林分においても成長が続くことが示された。この得られた地位指数曲線は長伐期施業下の森林資源推定の一助になると期待される。

新大農研報, 65(2):195-199, 2013

キーワード：森林資源モニタリング調査、地位指数曲線、Richards式、収穫表、スギ人工林

これまで我が国では、主に森林簿を用いて個々の森林の現況を積み上げることにより森林資源を把握してきた(大西, 1995)。しかし、森林簿にはモニタリング機能(個々の森林の実態や変化を正確に汲み上げ、映し出す機能)がないことに加え、標高、土壌、降水量等の環境情報や動植物の分布などの自然情報が不足しており、森林簿の情報のみではモニトリオールプロセスの基準と指標を満たすには不十分である(白石, 1999)。これに対して、フィンランドやスウェーデン、アメリカ、中国などでは以前より国家規模の森林資源調査(National Forest Inventory: 以下、NFI)が実施されている。各国のNFIはそのほとんどが固定されたプロットを定期的に再測するものであるが、フィンランドではΓ型のトラクト、アメリカではクラスタープロットを採用するなど、プロット的设计や調査項目などはそれぞれに違いがある(西川, 2004)。こうしたことを背景として、より正確かつ多様な森林データを収集するために、我が国においても1999年度より森林資源モニタリング調査(以下、モニタリング調査)が実施されるようになった。モニタリング調査では、4km間隔の調査点を5年毎に再測するシステムティックサンプリング手法を採用している。我が国では、これまでも国有林森林生産力調査(1970)や全国広葉樹賦存量調査(1981-1985)など全国規模の森林調査が行われてきたが(吉田, 2008)、それらはモニタリング調査のように継続性を持つものではなかった。したがってモニタリング調査は、我が国初の継続的かつ多面的な森林調査である(白石, 1999)。なお、モニタリング調査は2010年度から森林生態系多様性基礎調査と名称が変更されたが、本論では名称変更前のデータを扱うため、「モニタリング調査」と呼称する。

モニタリング調査は、森林の状態とその変化の動向を全国レベルで把握することを目的としているが、そのデータをより小規模なスケールで活用する試みもなされている(例えば、後藤ら, 2001; 前田ら, 2003, 2004; 玉城ら, 2008)。しかし、これまでのところ新潟県を対象としてモニタリング調査データに関連した研究は行われていない。そこで、新潟県の森林にお

る第1期と第2期両方の結果を用い、地域レベルでのモニタリング調査データの利用可能性を検討することを考えた。

現在我が国で使用されている収穫表は、とくに高齢林分において成長が過小評価されている(吉田・松下, 1999)。これは収穫表を作成した当時、高齢林分のデータが少なかったことが原因とされる(白石, 1999)。また、北原(2006)は九州地方においてモニタリング調査データから地位指数曲線を構築し、それは既存の収穫表よりも良い成長を示していた。新潟県で使用されている収穫表についても、1980年に作成されたものであることから、現在の森林状況を反映しているモニタリング調査データを用いることで地位指数曲線の調整が可能であると考えた。本研究の目的は、従来の新潟県の収穫表調整のデータにモニタリングデータを加えて、より実態に合った新潟県の地位指数曲線を求めることである。地位指数曲線が現実林分をより正確に記述するものになれば、長伐期化への対応や森林資源量の正確な把握に応えることができ、その意義は大きいといえる。

方法

使用データ

本研究に使用したのは、モニタリング調査データ内のスギ人工林データである。その中から、森林占有率50%以上、スギの胸高断面積割合75%以上のプロットを代表的なスギ人工林として抽出した。また、地位指数曲線の推定においては林齢が重要な要素となるため、第1期と第2期の調査実施年度を比較し、林齢に矛盾が生じるものは除外した。以上の処理の結果、モニタリング調査データからは58点のサンプルが得られた。

地位指数曲線の推定にはできるだけ多くのデータを利用した方が良いと考え、その他のデータを追加した。まず、新潟県の収穫表を作成した際に用いられた167点分のデータを利用した。さらに、2003年に新潟県で実施された高齢級スギ人工林実態調査のデータを利用した。この調査のプロット数は100点である。この高齢級データによって高齢林分のデータが十分に

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科

*代表著者: muratac@agr.niigata-u.ac.jp

揃っていない状況を補完した。最終的に、本研究で使用したサンプル数は全325点となった。

通常、地位指数曲線の推定には上層樹高を用いるため、モニタリング調査データについて次の手順で各プロットの上層樹高を算出した。上述の新潟県の収穫予想表(新潟県、1980)を作成した際に用いられた現地調査データ167点に、新潟県で2003年に実施された高齢級スギ人工林実態調査のデータ100点を加えた計267点分のデータを利用して下記の平均樹高と上層樹高の関係式を導き、モニタリング調査プロットの上層樹高を推定した。

$$H_i = 1.0012H^{1.0481} \quad (r^2 = 0.9461) \quad (1)$$

ここで、 H_i は上層樹高、 H は平均樹高である。

ガイドカーブの構築

地位指数曲線を推定するための式には、Mitscherlich式、Logistic式、Gompertz式などがあるが、これらの式は変曲点の位置が固定されており、柔軟性に欠けることが指摘されている(大隅・石川, 1983)。新潟県の収穫表で使われている地位指数曲線式は、一分子反応式(単分子反応式)と呼ばれるもので、Mitscherlich式に似た性質を持ち、変曲点が0に固定されている。そこで、式の中に曲線の形状のパラメータを含むRichards式を用いて新潟県の地位指数曲線を修正することとした。その式は、以下の通りである。

$0 \leq m < 1$ のとき、

$$W = A \times (1 - b \times \text{EXP}(-k \times t)) / (1 - m)$$

$1 < m$ のとき、

$$W = A \times (1 + b \times \text{EXP}(-k \times t)) / (m - 1) \quad (2)$$

ここで、 W は時間 t における大きさであり、本研究において W は上層樹高、 t は林齢である。また、 A は成長の上限、 b は $t=0$ のときの初期値、 k は成長速度(曲線の立ち上がりの程度)、 m は曲線の形状を表すパラメータである。Richards式は $0 \leq m < 1$ なる領域と $1 < m$ なる領域を含み、前者の場合はMitscherlich型、後者の場合はLogistic型の曲線となる。そして、この二つの領域の境界にGompertz式が位置づけられる。なお、 $m=0$ とおくとMitscherlich式そのものとなり、 $m=2$ とおくとLogistic式が得られる(大隅・石川, 1983; 寺岡, 1995)。パラメータの当てはめは樹高の連年成長量から行うことが多いが、本研究においては収穫表や高齢級スギ人工林調査のデータも扱うため、全データに対する最小二乗法により算出した。計算には、Microsoft Excel 2007のSolver機能を利用した。なお、実際に当てはめを行ったパラメータは A 、 k 、 m の3パラメータである。パラメータ b については、 $b=1$ のとき曲線が原点を通るという性質を持つため、 $b=1$ と仮定し固定した。

地位指数曲線の推定

地位指数曲線は、地位ごとに異なるパラメータが適用される多様な地位指数曲線が望ましいと考えられるが、本研究では地位級により地位を区分している新潟県の収穫表と比較するため、ガイドカーブを基礎として基準林齢における比例関係を仮定した。すなわち、林齢40年生の時点における収穫表の各地位級の上層樹高とガイドカーブの比を求め、それをガイドカー

ブの値に乗ずることで地位指数曲線を推定した。40年生の樹高と比較したのは、その程度の林齢までならば、収穫表はスギ人工林の成長をかなり正確に表現していると考えたためである。

結果と考察

各パラメータの当てはめ結果は以下のようになった。

$$A = 35.85568, \quad k = 0.02057, \quad m = 0.1291 \quad (b = 1)$$

パラメータ m が $0 \leq m < 1$ の範囲にあることから、地位指数曲線はMitscherlich型となることが分かる。スギの成長がMitscherlich型となることは、既往の研究とも一致している(大隅・石川, 1983)。各調査データの林齢と上層樹高の散布図および構築されたガイドカーブを図1に示す。また、ガイドカーブから推定した修正地位指数曲線と収穫表の地位指数曲線を図2に示す。新潟県の収穫表は、地位を特1から6の7つの地位級で区分しており、図2の曲線に付された数字はその地位級を表している。つまり、図2は最も成長の良い林分、最も成長の悪い林分、そして中庸な成長を示す林分の林齢と上層樹高の関係を曲線で表したものである。これをみると、収穫表の地位指数曲線に比べ、今回推定した地位指数曲線は成長が上方修正されており、高齢林分においても成長が続くことが示された。また、曲線の形状もわずかにシグモイド状に変化した。二本の曲線は50年生程度まではほぼ同程度の成長を示すが、その後差が開き始める。収穫表の作成に用いられたデータは大半が60年生以下であることから、この結果は妥当なものであると考えられる。

おわりに

モニタリング調査データを利用することで、収穫表の地位指数曲線は上方修正された。また、曲線の形状はMitscherlich型であり、これまでの報告とも一致していた。この得られた地位指数曲線は長伐期施業下の森林資源推定の一助になると期待される。今回はモニタリング調査以外のデータも利用したが、今後第3期以降のデータが蓄積されることでそれぞれの林分の成長が個別に解析できるようになり、より一貫した方法に基づく成果が提示できるであろう。本論が示した方法、結果は、モニタリング調査データで不足している情報を他のデータで補うという活用法のひとつとして意義深いと考えている。

引用文献

- 後藤淳志・光田靖・今村光晴・吉田茂二郎・今田盛生. 2001. 森林資源モニタリング調査のデータ管理システムの構築. *日林九支研論集*, **54**: 17-18.
- 北原文章. 2006. 森林資源モニタリング調査データにおける品質保証と有効利用. 九大院農修士論文.
- 前田勇平・吉田茂二郎・長島啓子・村上拓彦・今田盛生. 2003. 森林資源モニタリングデータを利用した森林タイプの分類とその空間分布. *九州森林研究*, **56**: 52-55.
- 前田勇平・吉田茂二郎・長島啓子・村上拓彦. 2004. 森林資源モニタリング調査データを利用した森林タイプ分類手法の検討と人工林における種多様性. *九州森林研究*, **57**: 203-206.

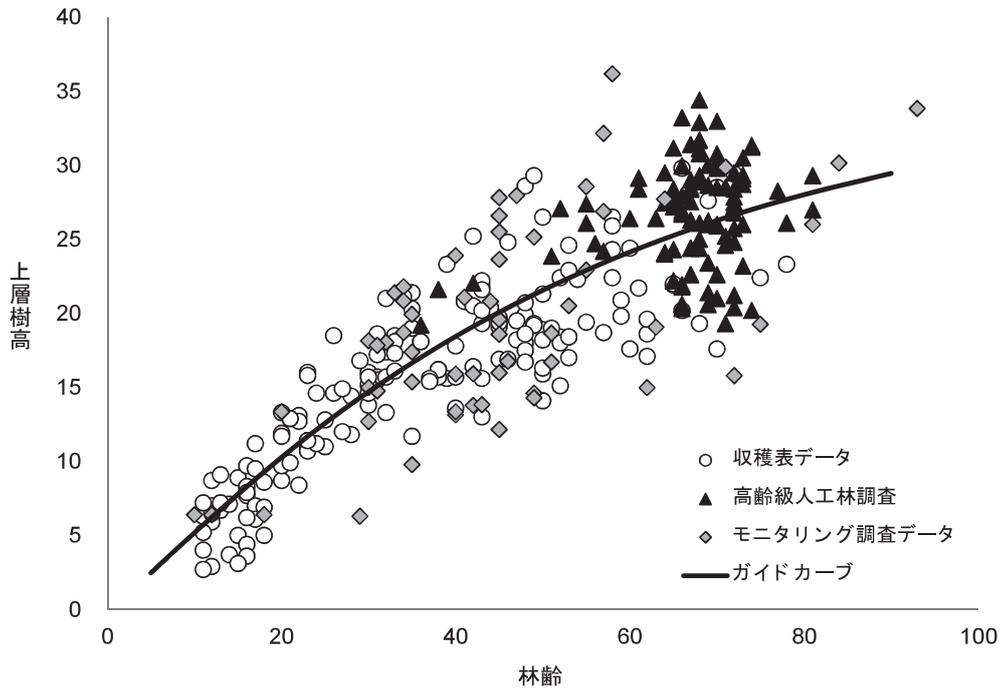


図1. 各サンプルの散布とガイドカーブ.

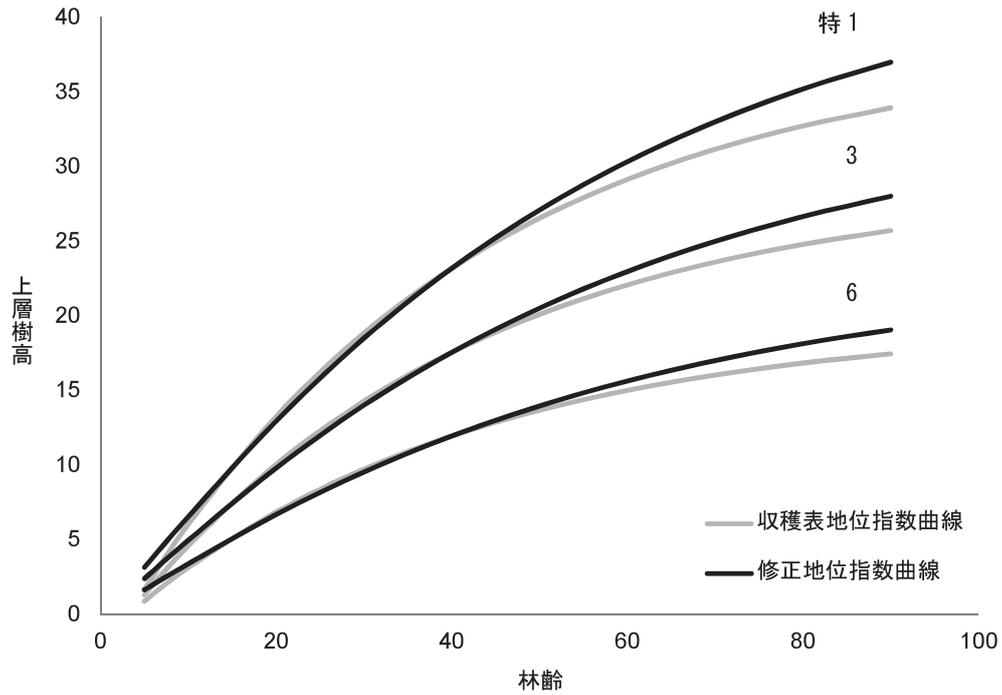


図2. 修正地位指数曲線と収穫表の地位指数曲線の比較. 図中の記号は地位級.

- 新潟県農林水産部治山課. 1980. 収穫予想表.
- 西川匡英. 2004. 21世紀に向けた森林管理 現代森林計画学入門. pp108-144. 森林計画学会出版局, 東京.
- 大西満信. 1995. わが国の森林資源調査について. 森林計画誌, 25: 57-61.
- 大隅眞一・石川善朗. 1983. 樹木の生長解析に対する RICHARDS 生長関数の適用性について. 京都府立大学学術報告. 農学, 35: 49-76.
- 白石則彦. 1999. わが国のモニタリングシステムの現状と問題点. 森林科学, 27: 35-37.
- 玉城雅範・吉田茂二郎・溝上展也・加治佐剛・北原文章・安里練雄・新本光孝. 2008. 沖縄県本島における森林資源の時系列変化の把握に関する研究. 九州森林研究, 61: 173-175.
- 寺岡行雄. 1995. 多様性地位指数曲線の作成 曲線形に関するパラメータを変化させるモデル. 九大演報, 72: 135-142.
- 吉田茂二郎. 2008. 現行の全国森林資源モニタリング調査と戦後のわが国の森林資源調査について. 日林誌, 90: 283-290.
- 吉田茂二郎・松下幸司. 1999. 民有林の林分収穫表の特性について. 森林計画誌, 33: 19-27.

Site index curve estimation using National Forest Inventory data of Japan

Yuji CHIGIRA¹ and Takuhiko MURAKAMI¹

(Received February 1, 2013)

Summary

New modification of a yield table was attempted using the data of National Forest Inventory (NFI) of Japan derived from 1st and 2nd periods. The objective of this study was to estimate a new improved site index curve of Niigata Prefecture with NFI data adding to the original data of yield table. In order to estimate a new site index curve, 58 points of NFI data, 167 points of the original data of yield table, and 100 data points of old-age Japanese cedar plantation survey carried out in Niigata Prefecture in 2003 were employed. The site index curve was estimated using the Richards formula. Finally, the new site index curve of Niigata Prefecture was obtained. According to the resulting parameter, the site index curve was classified to Mitscherlich type. Comparing with the site index curve of the conventional yield table, the newly estimated curve indicated modified upward growth, and it was shown that stand height growth would continue even into older age. It is expected that the acquired site index curve may contribute to forest resources estimation under the long-term forestry policy.

Bull.Facul.Agric.Niigata Univ., 65(2):195-199, 2013

Key words : National Forest Inventory of Japan, site index curve, Richards formula, yield table, Japanese cedar plantation

¹ Graduate School of Science and Technology, Niigata University