

独立行政法人

森林総合研究所 東北支所

ISSN 1348-4125

研究情報

Vol.9 No.3 2010-3

## 森林の成長減退と間伐の影響

西園朋広：森林資源管理研究グループ

■専門分野：専門分野：森林計測学，森林経理学

### 1. はしがき

林分材積の成長量は、林齢とともに増加し、最大に達した後に徐々に減退していくと考えられています（Kira and Shidei, 1967; Ryan et al., 1997）。林分材積の総平均成長量（以下、本論では平均成長量と記す）が具体的にいつの時点で最大に達するののかということは、伐期の目安となるので、林業経営において最も基礎的な情報の一つであるといえます。

平均成長量が最大となる時期を明らかにするためには、固定試験地を設定して継続的な調査を行うことが最も確実な方法です。しかし、長期間にわたってデータを収集し続けることは多くの困難を伴うので、高齢級を含む実測データに基づいて成長減退の時期を検討した報告（細田，1995；大住ら，2000）は、わが国の主要樹種であるスギについてさえ意外に少ないというのが現状です。細田（1995）は紀州地方の高齢スギ人工林における長期モニタリングデータを解析し、林分材積の平均成長量が最大となる時期が、収穫表が予想するよりも20年遅延したことを報告しました。また、大住ら（2000）は秋田地方の高齢スギ人工林での継続調査データを分析し

て、林分材積の成長傾向が収穫表の予測と一致し、林分材積の平均成長量の明瞭な低下が認められないことを報告しました。上記の報告はいずれも、スギ人工林の平均成長量が長期にわたって最大値に達しないことを示しています。しかし、前者は対象とした試験区の数が少なく、後者は試験区の多くが地位の良い林分であることから、平均成長量の増加が長期的に持続することがより普遍的な傾向であるかどうかについてさらに検討を進める必要があるといえます。

ところで、筆者の所属する研究室の大先輩である寺崎ら（1964）は、秋田地方に設定されたスギ人工林の多数の試験地のモニタリングデータを用いて、若齢から壮齢にかけての林分成長の傾向を分析し、ほとんどの試験地が平均成長量最大の時期に達していないことを示しました。40年以上前に出版されたこの報告で用いられた試験地のうち、半数は現在でも測定が継続されており、その林齢は90年以上に達しています。また、これらの試験地の地位は中程度を中心に分布しているので、秋田地方ではこれまで検討されていない中程度の地位を対象にして林分成長

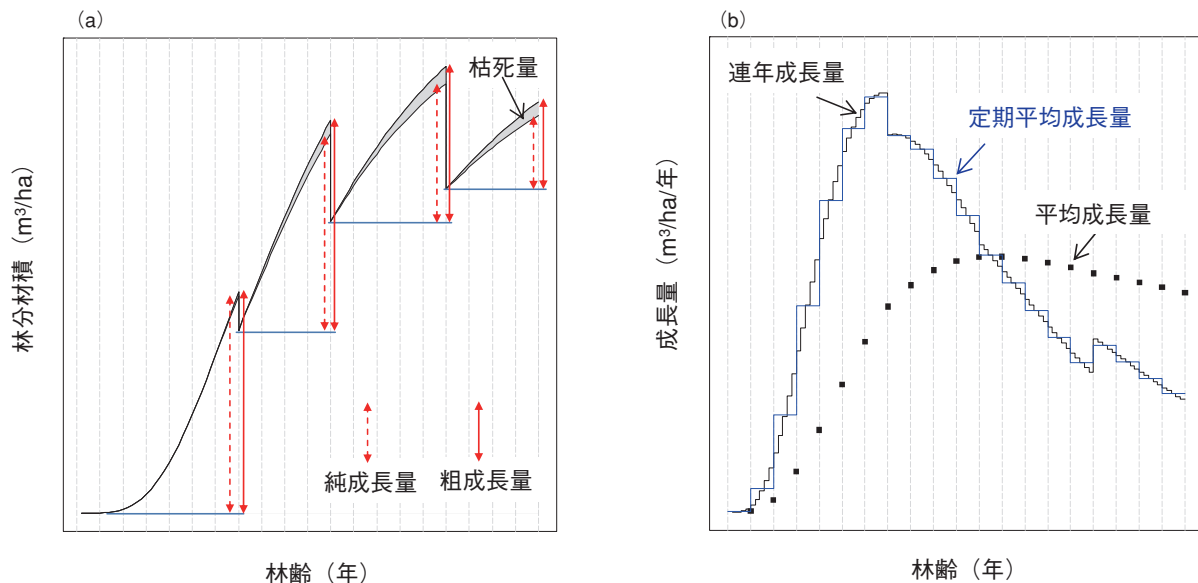


図1. 間伐林における粗成長量・純成長量(a)と連年成長量・定期平均成長量・平均成長量(b)の違いについての模式図

- (a) 間伐林の林分材積は不連続な推移を示す。図では、3回の間伐実施を想定している。「粗成長量」は「対象期間中における対象とする生物体からの生産量の全て」を示し、枯損量を含む。生態学における「純生産量(NPP)」の考え方に近い。「純成長量」は「対象期間中における対象とする生物体からの生産量のうち、枯損しなかった量」を示す。収穫できる林分材積の増加量とみなすことができる。
- (b) 「連年成長量」は「1年間の成長量」を示す。「定期平均成長量」は「ある一定の期間における連年成長量の平均値」を示し、通常、連年成長量の近似値とみなされる。図では、5年間隔の定期平均成長量を示している。「平均成長量」は「0年からある年までの連年成長量の平均値」を示す。

長の推移を分析することが可能です。この小論では、これらの試験地(29の試験区)から得られた長期継続調査データを解析し、秋田地方のスギ人工林における林分材積成長量の長期的な推移を調べた研究(西園ら, 2008; Nishizono et al., 2008)を紹介します。主として以下の2点を検討しました。

- 1) 林分材積の平均成長量が長期にわたり増加し続けるか?
- 2) 平均成長量の経時変化に対して、間伐の実施がどのような影響をあたえるか?

## 2. 成長量

前節ですでに「成長量」という用語が登場しましたが、「成長量」にはいくつかの種類があります。ここでは、本論で用いる成長量を明確にしておきたいと思えます。なぜなら、先行研究において、成長量

の定義が明示されていない場合があったり、また、同じ名称の成長量が用いられていても、報告毎にその定義が一致していない場合があったりするため、議論に混乱が生じているように思えるからです。本論では、平均粗成長量、平均純成長量、定期平均粗成長量および定期平均純成長量を用いて、林分材積の成長量を記述します。図1に成長量の意味を模式的に示します。計算の詳細は西園ら(2008)を参照して下さい。

## 3. 林分材積成長量の長期的推移(西園ら, 2008)

林分材積成長量の経時的推移をみると、定期平均成長量は、調査期間ごとに大きく変動しましたが、全般的な傾向としては、50年程度で最大値に達し、その後、林齢とともに減少していました(図2 a, b)。定期平均成長量は、ほとんどの試験区にお

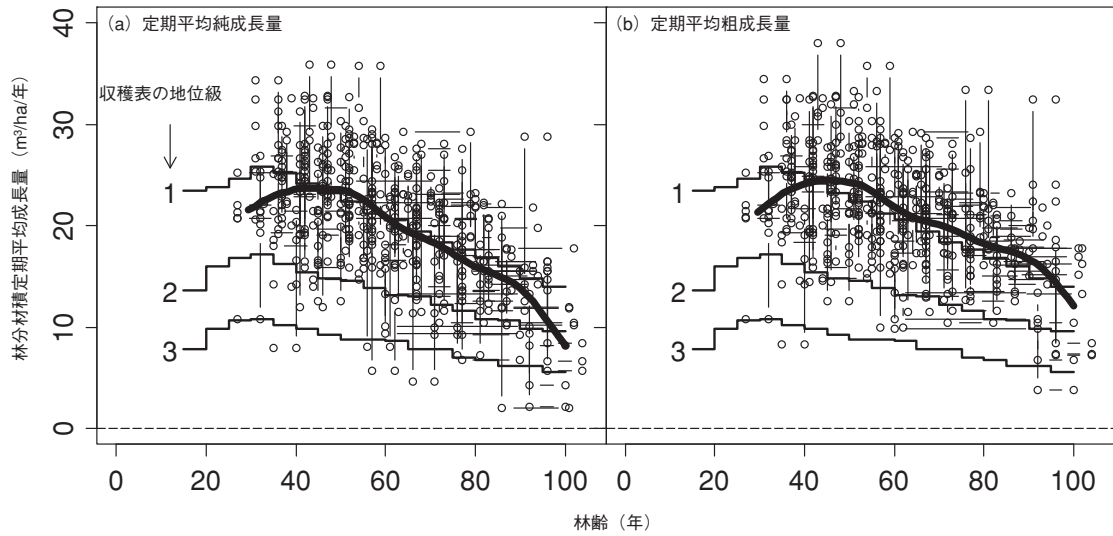


図2. 定期平均成長量の推移

図中の太線は平滑化スプラインによる平均的傾向の推定値を示す。西園ら(2008)を改変。

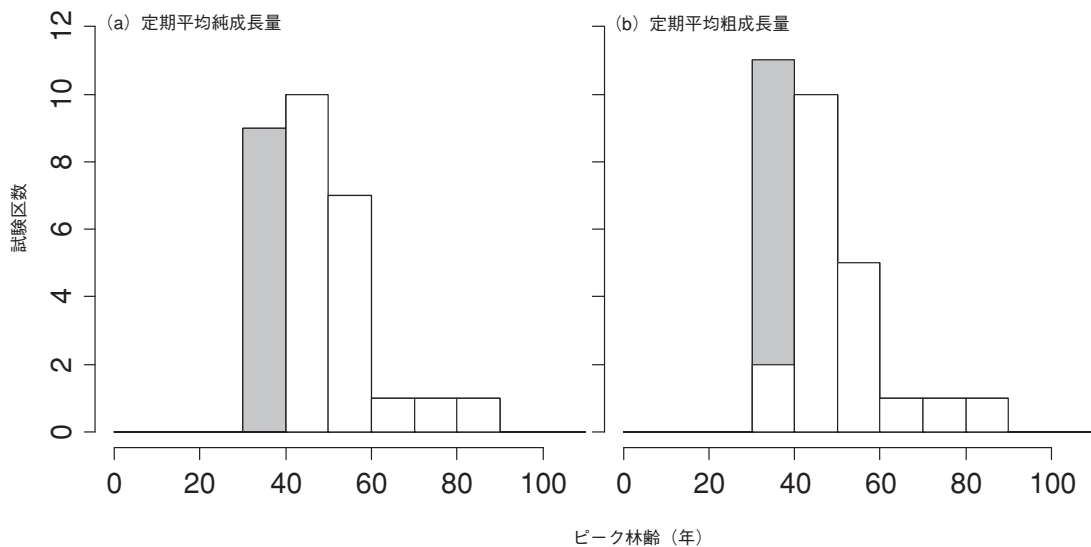


図3. 定期平均純成長量(a)および定期平均粗成長量(b)が最大に達する林齢(ピーク林齢)の頻度分布

図中の灰棒は、調査開始時に最大値を持つ試験区を示す。西園ら(2008)を改変。

いて60年以下でピークに達しており(図3 a, b), その後は明らかな減退傾向を示しました(図2 a, b)。林分の純生産量(本論における定期平均粗成長量と最も定義が似ている)の値は、林分の比較的若い時期に、ある最大値に達した後、次第に減少すると考えられています(Kira and Shidei, 1967; Ryan et al., 1997)。一方で、林分の純生産量は最大値に達し

た後、一旦は減少するが、その後林分葉量が一定に保たれ、林分の樹幹表面積が上限値に達すると、ほぼ一定に保たれるという予測もなされています(大島・四出井, 1974)。本論のデータの範囲では定期平均成長量はピークに達した後に漸減する傾向にあり、前者の傾向と一致していました。北海道のカラマツ人工林において林分材積の成長傾向を調べた報

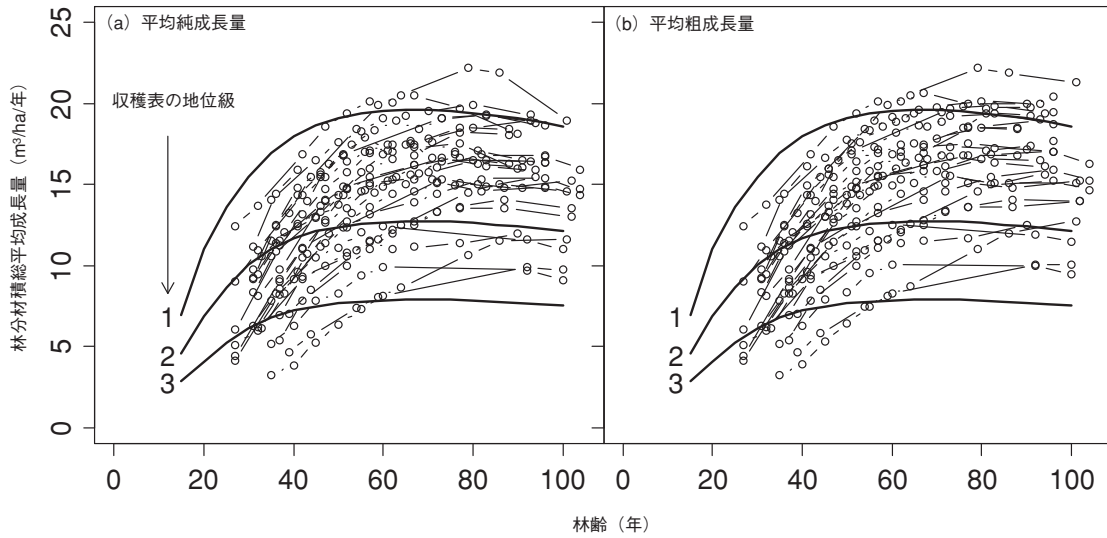


図4. 平均成長量の推移

西園ら(2008)を改変。

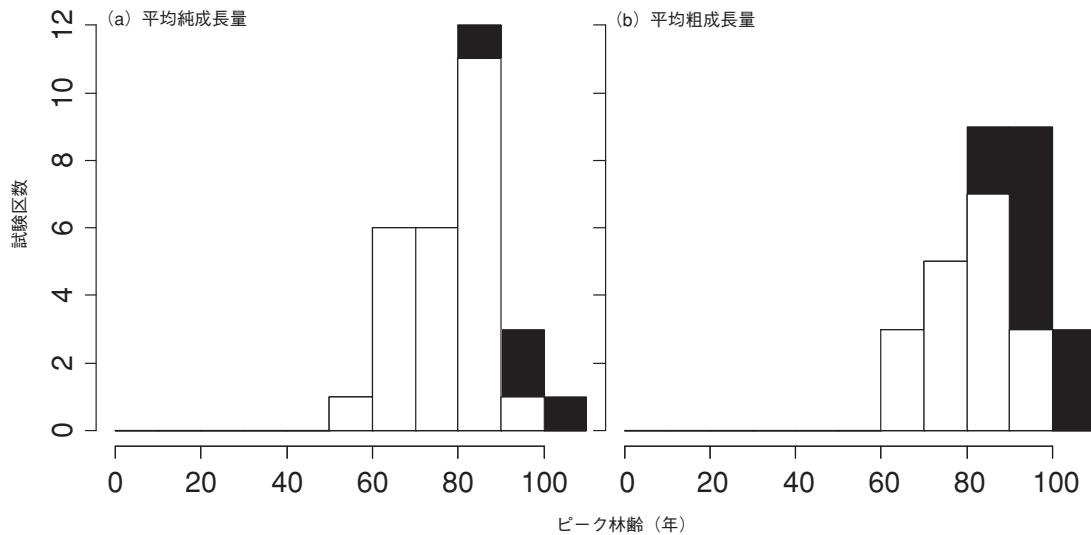


図5. 平均純成長量(a)および平均粗成長量(b)が最大に達する林齢(ピーク林齢)の頻度分布

図中の黒棒は、最終調査時に最大値を持つ試験区を示す。西園ら(2008)を改変。

告(清和, 1990)では、後者の傾向と一致していたことから、樹種・地域によって成長減退の傾向が異なる可能性があります。

定期平均純成長量が明らかな減退傾向を示し、壮齢時にピークを持っていた(図2, 3)一方で、平均純成長量は定期平均純成長量ほどには明瞭な低下傾向を示さずに(図4 a, b)、ほとんど全ての試験区でピーク林齢は60年を越えていました(図5 a, b)。また、約半数の試験区では80年以上でピークを迎え

ていました。したがって、60年を越えた高齢級まで平均純成長量が増加し続けることが明らかです。本研究のデータセットに含まれる多くの試験区では下層間伐が実施されていますが、3つの無間伐区も含まれています。したがって、総平均純成長量が林齢60年以上まで増加するという傾向は、密度管理の違いを越えた特徴ではないかと考えられます。大住ら(2000)は、本研究のデータセットに比べて地位の良い試験区の多く含まれる秋田地方のスギ人工林に

関するデータセットを解析して、間伐処理の違いを超えた全般的な特徴として、高齢級においても総平均成長量の明瞭な低下が認められないことを報告しました。本論のデータセットは地位中程度の林分が多く含まれていることから、平均純成長量が林齢60年以上まで増加することは、地位の違いを超えた傾向であるといえそうです。以上から、地位や密度管理の違いにかかわらず、秋田地方のスギ人工林の平均純成長量は林齢60年以上まで増加が続くと考えられます。

わが国で用いられてきた材積収穫量最多の輪伐期は平均純成長量を最大にする林齢に等しくなります（鈴木, 1979；田中, 1996）。したがって、伐期を設定する上で、林分の成長量に関して最も重要な問題は林分材積総平均純成長量がいつの時点で最大になるかです。そのため、本研究で得られた結果は、木材を持続的にできる限り最大に供給しようとする観点からは、地位や密度管理の違いにかかわらず、秋田地方において、標準伐期を60年以上に設定することが不合理でないことを示しているといえます（大住ら, 2000）。

平均純成長量とそれに枯死量を加えた平均粗成長量を比較すると、後者において最大に達する林齢（以下、ピーク林齢と記す）が高くなる傾向がありました（図5 a, b）。平均粗成長量においては、最終調査時点に最大値がみられる試験区が半分を占めており（図5 b）、多くの試験区における実際のピーク林齢は今回の結果よりも高くなると推察されます。枯死量の中には、光をめぐる競争の結果として被圧されて枯死してしまう個体の材積量と風害や雪害などの突発的な攪乱によって枯死してしまう個体の材積量が含まれています。したがって、短い間隔で間伐を実行することによって、被圧による枯死木を収穫できれば、林分材積総平均純成長量のピーク林齢をさらに高めることができると考えられます。また、何らかの施業の実施によって、風害や雪害に強い森林を育成し、そのリスクを回避することができれば、林分材積総平均純成長量のピーク林齢をさらに高めることができると予想できます。次章では、間伐の実施がピーク林齢の高齢化につながるのかどうかについて、さらに検討してみることにします。

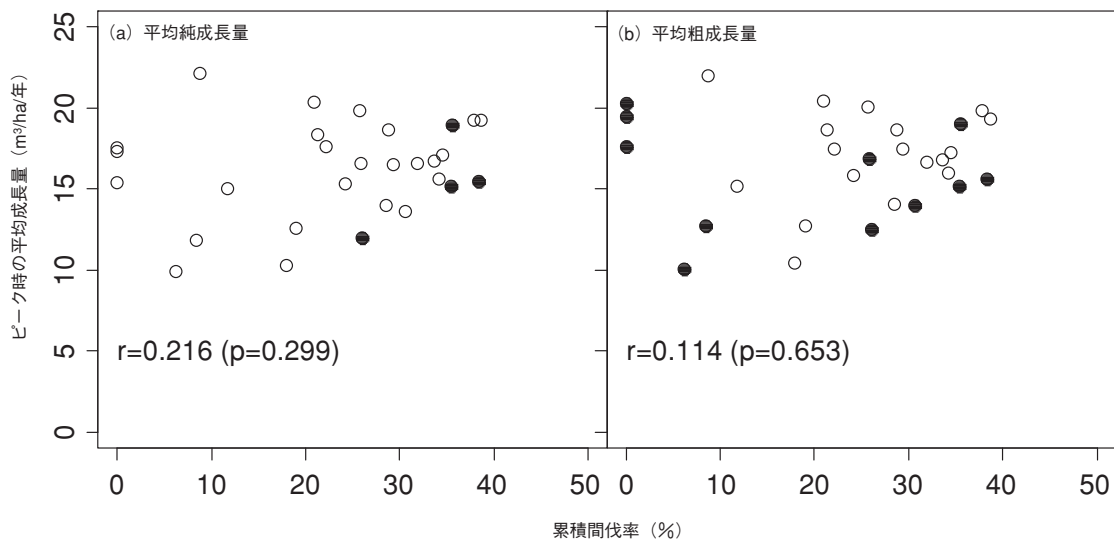


図6. 累積間伐率とピーク平均成長量との関係

黒点は最終調査時点でピークに達した試験区を示す。これらの試験区のデータは相関分析には利用しなかった。Nishizono et al.(2008)を改変。

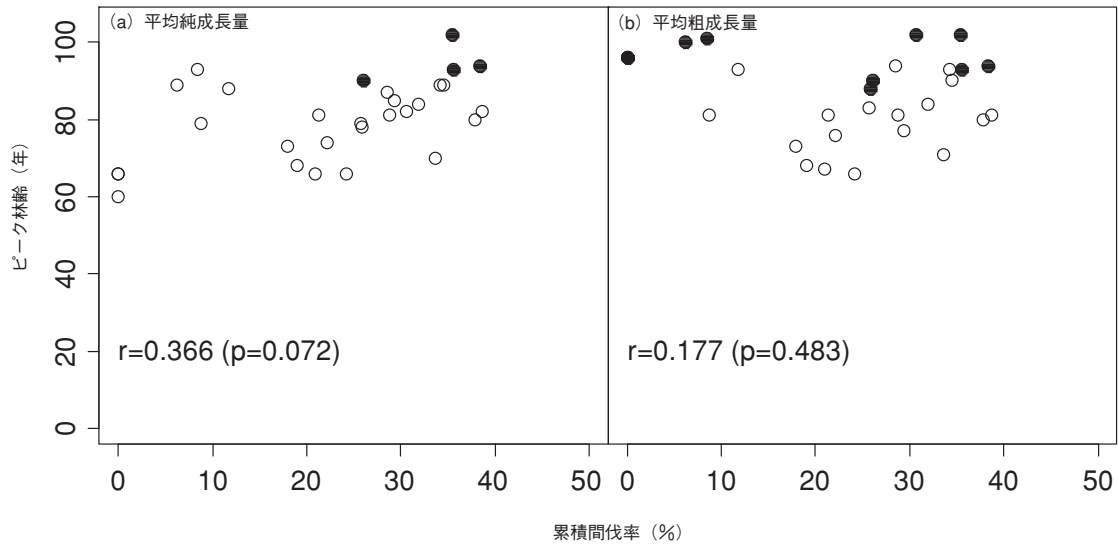


図7. 累積間伐率とピーク林齢との関係

記号は図6と同様である。Nishizono et al.(2008)を改変。

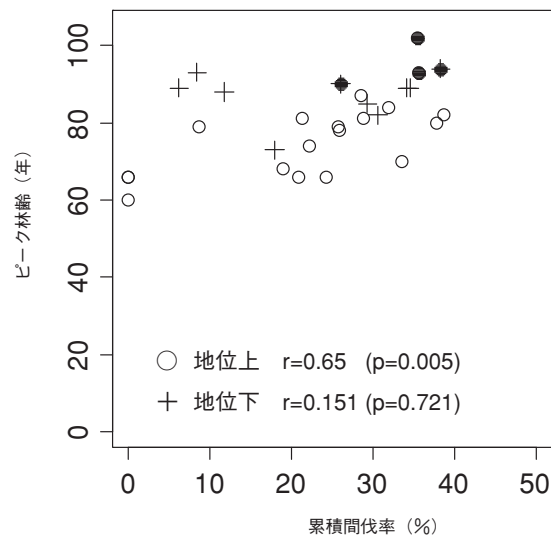


図8. 地位上と下における累積間伐率と平均純成長量のピーク林齢との関係

○と+は、それぞれ、地位指数が19.3よりも大きい試験区と小さい試験区を示している。  
●は最終調査時にピークに達した試験区を示す。これらの試験区のデータは相関分析には利用しなかった。  
Nishizono et al.(2008)を改変。

#### 4. 成長減退に与える間伐の影響

(Nishizono et al., 2008)

本章では、間伐の実施度合いの指標として、累積間伐率(調査期間中の間伐材積/総粗収穫量)を用います。累積間伐率とピーク林齢、および累積間伐率とピーク平均成長量(ピーク時の平均成長量)との

関係を図に示します。累積間伐率は、総平均粗成長量と総平均純成長量の両方について、ピーク平均成長量・ピーク林齢との間に有意な相関を持っていませんでした(図6,7)。ただし、地位別に解析してみると、地位の良い林分(地位指数>19.7m)でのみ、累積間伐率の増加がピーク林齢の高齢への推移

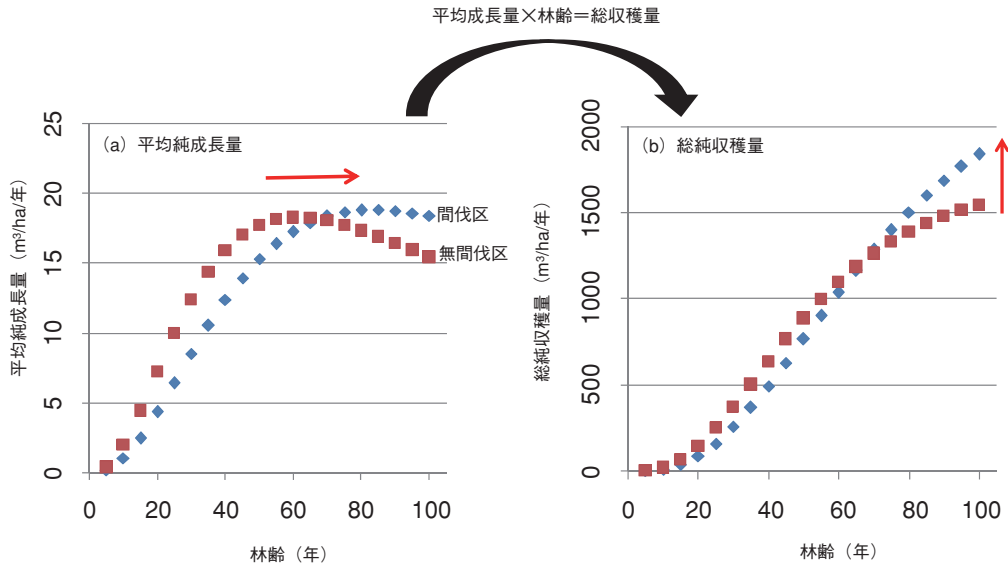


図9. 地位の良い林分における平均純成長量(a)と総純収穫量(b)に与える間伐の影響

に結びついていることがわかりました(図8)。

つまり、地位の良い林分においては、間伐の実施が、平均純成長量のピーク平均成長量を変化させることなしに、ピーク林齢を高齢に推移させていました(図9 a)。「総平均純成長量×林齢＝総純収穫量」なる関係がありますから、長期的に考えた場合に限りませんが、地位の良い林分においては、間伐は総純収穫量を増加させるといえそうです(図9 b)。

## 5. あとがき

本論では、秋田地方を対象として、林分材積のみの成長傾向を取り上げ、その減退時期や間伐の影響を報告しました。しかし、樹高や断面積の成長傾向は、材積の成長傾向とは異なるパターンを示すことが知られていますし、林分レベルの成長傾向は個体レベルの成長傾向と異なるパターンを示すことが知られています(西園ら, 2008; 西園, 2009)。また、本論の結果から、定期平均成長量, 総平均成長量, 粗成長量, 純成長量のどれを用いて成長量を定義するかによって、成長傾向が異なることが明らかです。目的に応じて、分析対象とする変数, 成長量の定義

およびスケールレベルを吟味して、必要であれば複数の変数やスケールレベルを考慮し、最適解を探ることが重要だと思います。たとえば、間伐については林分全体の量を(あまり)減じることなく、個体のサイズを最大化する、あるいは個体の年輪幅を均質化するといったような複数スケールの問題を取り上げることが必要ですので、今後の課題として分析を進めていきたいと考えています。

本論の結果は、先輩方から引き継いだ収穫試験地の圧倒的なデータに裏付けられています。長期にわたり、また現在においても、試験地の維持管理、調査に尽力されている、東北森林管理局および森林総合研究所東北支所(旧林業試験場東北支場)の関係者諸氏に深く感謝いたします。

1章で述べたように、本論で紹介した研究は、筆者の研究室の先輩である寺崎氏らの報告(寺崎ら, 1964, 1968; 寺崎, 1978)の延長線上にあります。寺崎氏(1978)は収穫試験地について、次のように附記して一連の研究を締めくくっています。「しばしば試験実行者の考え方や、予算の関係やら研究者調査者の専門のちがいで思うような成果は充分得ら

れなかったものの現在国有林野内にはこのような各種の試験地が温存されていることは、貴重なる遺産であるので後学の諸氏の再検討をのぞむや切なるものがある」。この小論が、わずかでも寺崎氏の期待に応えられていれば幸いです、その判断は読者諸兄姉にお任せする次第です。

## 引用文献

- 細田和男 (1995) 紀州地方高齢人工林の林分成長－高野山スギ・ヒノキ収穫試験地定期調査報告－森林総研関西支所年報 37:45-47.
- Kira, T. and Shidei, T. (1967) Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the Western Pacific. Jpn. J. Ecol. 17:70-87.
- 大島誠一・四出井綱英 (1974) 森林の純生産量の経年推移に関する検討. 京大演報 46:40-50
- 大住克博・森麻須夫・桜井尚武・斉藤勝郎・佐藤昭敏・関剛 (2000) 秋田地方で記録された高齢なスギ人工林の成長経過. 日林誌 82:179-187.
- 西園朋広・田中邦宏・粟屋善雄・大石康彦・林 雅秀・横田康裕・天野智将・久保山裕史・八巻一成・古井戸宏通 (2008) 秋田地方のスギ人工林における林分材積成長量の経年推移. 日林誌 90:232-240.
- Nishizono, T., Tanaka, K., Hosoda, K., Awaya, Y., Oishi, Y. (2008) Effects of thinning and site productivity on culmination of stand growth: results from long-term monitoring experiments in Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) forests in north-eastern Japan. J. For. Res. 13, 264-274.

- 西園朋広 (2009) 針葉樹単純林における林分成長の長期的推移と収穫予測. 201pp, 九州大学博士論文
- Ryan M. G., Binkley, D., and Fownes, J. H. (1997) Age-related decline in forest productivity: pattern and process. Adv. Ecol. Res. 27:213-262.
- 鈴木太七 (1979) 森林経理学. 197pp, 朝倉書店. 東京
- 清和研二 (1990) 林分成長量の林齢にともなう変化－カラマツ人工林における地位間の比較－. 日林北支論 38:53-55.
- 田中和博 (1996) 森林計画学入門, 192pp, 森林計画学出版局, 東京
- 寺崎康正 (1978) 秋田地方スギ人工林施業の基礎的研究. 京大農演集報 12:1-88.
- 寺崎康正・小坂淳一・金豊太郎 (1964) 林分の構造と成長, 収穫に関する研究第1報－秋田スギ人工林の成長と収穫－. 林試研報 168:1-306.
- 寺崎康正・小坂淳一・金豊太郎 (1968) スギ人工林施業の要点. 52pp, 林業科学技術振興所, 東京

研究情報 2009年度 Vol.9 No.3

平成22年3月8日発行

独立行政法人 森林総合研究所 東北支所

岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷92-25

〒020-0123 TEL 019(641)2150(代)

FAX 019(641)6747

ホームページ <http://www.ffpri-thk.affrc.go.jp/>

リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。