

林分管理および立地環境が針葉樹人工林内の広葉樹の更新に与える影響

小谷二郎

要旨 : 強度間伐による過密な針葉樹人工林での広葉樹の更新を促進させるため、石川県内 92 箇所の針葉樹人工林 (スギ・アテ・ヒノキ) を対象に、関係する要因の抽出と稚樹密度の推定モデルの構築を重回帰分析によって行った。選択された独立変数は、スギ人工林では標高と地位指数が、アテ・ヒノキ人工林では傾斜度と間伐後の年数であった。これらの結果は、今後のモニタリング調査でとくに注視すべき要因と考えられた。

キーワード : 重回帰分析、広葉樹、立地環境、林分管理、針葉樹人工林

I はじめに

全国的に、公益的機能の低下した手入れ不足の過密な針葉樹人工林が問題となっており、森林環境税により、強度間伐を行って広葉樹との混交林化を図る事業が各県で進められている (林野庁, 2009)。石川県でも平成 19 年 (2007 年) に森林環境税が導入され、2 万 ha の過密な針葉樹人工林を対象に、強度間伐が進められている。

これまでの調査で、間伐率が高いほど林内の植生被度が増加するとともに広葉樹の種数や個体数も増加し混交林化が促進されることが示唆されている (小谷, 2009a)。さらに、より確実に混交林化を進めるためには、立地環境や林内光環境が更新稚樹の生存や成長にどのような影響を与えているかを監視する必要があると考えられ、平成 20 年 (2008 年) から、県内 40 箇所で環境税による強度間伐林を対象に広葉樹の更新や成長をモニタリングしている。

そこで、モニタリング調査を実施するに当たって今後注目すべき要因を予め把握するため、間伐の対象齢に達している林分の多点調査によって得られたデータを基に、広葉樹の稚樹密度に影響する環境条件や林分管理に関する要因を解析し、稚樹密度を推定するモデルを検討した。

II 調査地および調査方法

1 調査地

調査地は、石川県内 21~95 年生の 92 林分 (スギ 73 林分、アテ 13 林分、ヒノキ 6 林分) である。これらの林分には、平成 19 年に森林環境税により本数間伐率 40% の強度間伐を行った林分が 40 箇所 (スギ 32 林分、アテ 4 林分、ヒノキ 4 林分) 含まれている。その他の林分は、聞き取りにより調

査したところ、間伐後 10 年以内の林分がほとんどで、中には間伐を全く行っていない林分も含まれている。

2 調査方法

調査は、2006~2008 年に行った。100~400 m² のコドラートを設定し、造林木の標準地調査 (胸高直径、樹高、立木密度、伐り株数) を行った後、コドラート内を 16 分割した。それぞれの小コドラート内に 2m×2m のプロットを 1 箇所設定し、生活型別 (低木・小高木・高木広葉樹) の広葉樹の本数をカウントした。広葉樹の生活型区分は佐竹ら (1989) に従い、スギ人工林で高木性が 1~17 種、小高木~高木が 1~31 種、低木~高木が 4~56 種であった。主な高木広葉樹で密度の高かった樹種はミズメ、コシアブラ、ミズナラ、ウワミズザクラ、ウリハダカエデ、アカメガシワなどであった (小谷, 2009a)。

3 解析方法

広葉樹の稚樹密度の推定には、重回帰分析を用いた。独立変数として、造林木の密度 (X1)・林分材積 (X2)・Ry (X3)・本数間伐率 (X4)・林齢 (X5)・間伐後の年数 (X6) といった林分管理に関する要因と、傾斜度 (X7)・微地形 (X8)・標高 (X9)・方位 (X10)・40 年生時の地位指数 (X11)・広葉樹林からの距離 (X12) といった立地環境に関係した要因を選択し、変数選択には後進ステップワイズを用いた。林分材積と Ry の算出には、樹高と本数密度を基に密度管理図 (日本林業技術協会, 1999) の推定式から算出した。また、各要因と稚樹の密度との関係は回帰分析によって近似式と相関係数を求めた。これら一連の解析には、STATISTICA (StatSoft, 2005) を用いた。

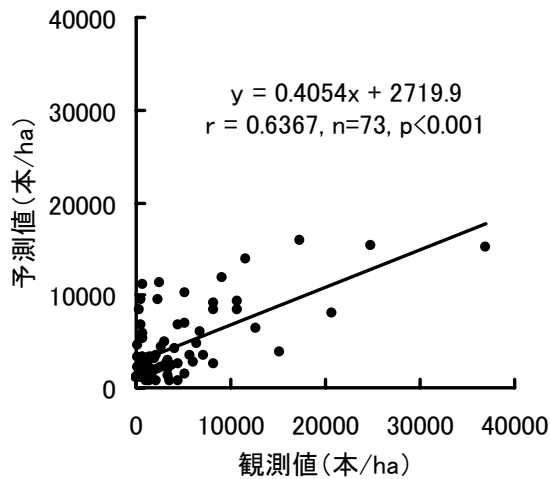


図-1 観測値と予測値の関係(スギ)

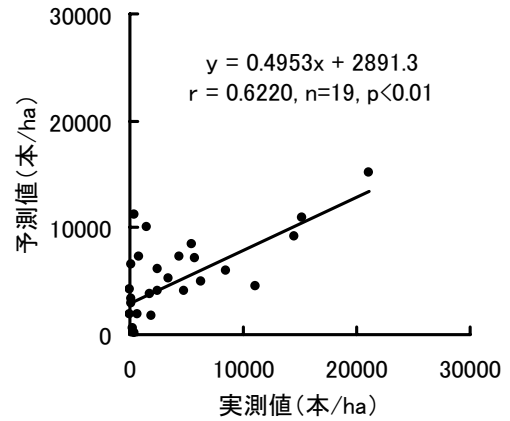


図-2 観測値と予測値の関係(アテ・ヒノキ)

III 結果

1 重回帰分析による稚樹密度の推定

① スギ人工林での解析

12 の独立変数によって高木広葉樹の稚樹密度について重回帰分析を行った結果、標高 (X9) と地位指数 (X11) の2つが選択され、以下の式によってモデル化された。観測値と予測値の関係は図-1 のとおりである。

$$y = 12.671(X9) - 812.678(X11) + 17762.694, r^2 = 0.4054, n=73, p<0.05$$

同じく、低木を除く小高木～高木広葉樹の稚樹密度について解析を行った結果、標高 (X9) と地位 (X11) の2つが選択され、以下の式によってモデル化された。

$$y = 26.710(X9) - 2043.61(X11) + 44484.849, r^2 = 0.4443, n=73, p<0.05$$

②アテ・ヒノキ人工林での解析

12 の独立変数によって高木広葉樹の稚樹密度について重回帰分析を行った結果、間伐後の年数 (X6) と傾斜度 (X7) の2つが選択され、以下の式によってモデル化された。観測値と予測値の関係は図-2 のとおりである。

$$y = 2089.363(X6) - 461.602(X7) + 13490.842, r^2 = 0.6822, n=19, p<0.05$$

同じく、小高木～高木性広葉樹の稚樹密度について解析を行った結果、間伐後の年数 (X6) のみが選択され、以下の式によってモデル化された。

$$y = 4186.838(X6) + 6784.428, r^2 = 0.6391, n=19, p<0.05$$

2 各要因と稚樹密度の関係

重回帰分析で有意に選択された各要因と稚樹密度の関係を図-3～5に示す。スギ人工林では、標高が高いほど、また地位指数が小さいほど高木および小高木～高木広葉樹の稚樹密度が高まる傾向にあった。高木では、標高400mで13,700本/ha、標高800mで26,656本/haであった。また、地位指数が15mの時10,100本/ha、地位指数が24mの時1,200本/haであった。

アテ・ヒノキ人工林では、間伐後の年数が経過するほど稚樹密度が高まり、5年で高木が9,200本/ha成立すると推定された。

IV 考察

林分管理に関係した6要因と立地に関係した6要因によって解析したところ、スギ人工林では標高と地位指数、アテ・ヒノキ人工林では傾斜と間伐後の年数が選択された(図-1～5)。このことから、林内での稚樹密度は、林分管理に関係し

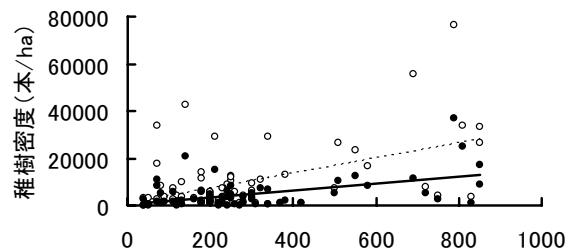


図-3 標高と稚樹密度の関係(スギ)

● : 大高木

$$y = 14.888x + 401.29, r = 0.5115, n = 73, p < 0.001$$

○ : 小高木～大高木

$$y = 32.287x + 826.75, r = 0.5056, n = 73, p < 0.001$$

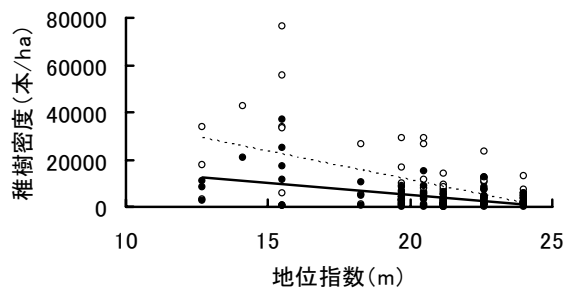


図-4 地位指数と稚樹密度の関係
(スギ)

● : 大高木

$y = -992.92x + 25027$, $r = 0.4724$, $n = 73$, $p < 0.001$

○ : 小高木～大高木

$y = -2423.6x + 59798$, $r = 0.5255$, $n = 73$, $p < 0.001$

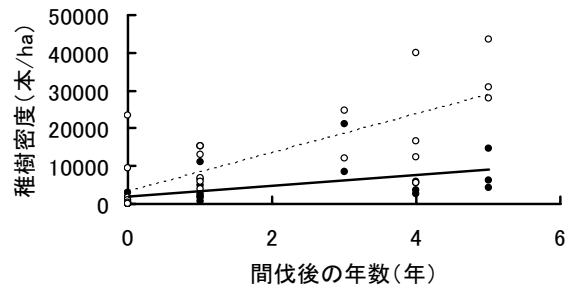


図-5 間伐後の年数と稚樹密度の関係
(アテ・ヒノキ)

● : 大高木

$y = 1467.1x + 1825.8$, $r = 0.5139$, $n = 19$, $p < 0.05$

○ : 小高木～大高木

$y = 5160.1x + 3156.9$, $r = 0.7730$, $n = 19$, $p < 0.001$

た要因よりも立地に関係した要因に影響されやすいことが示唆された。これまでの研究でも、間伐後の植生回復は間伐強度の影響を受けるが、立地間での違いが関係し、種多様性を維持するために立地に応じた間伐技術の必要性が指摘されている (Bailey et al., 1998 ; Ito et al., 2003 ; Son et al., 2004)。

解析の結果、スギ人工林では高標高で地位の低い林分ほど稚樹密度が高く、混交林化が迅速に進むと考えられる。高標高域では、雪圧による根元曲りの形成が壮齢期までの地位を下げると同時に収量比数を低下させ、林内の光環境が改善されるため広葉樹の更新が促進されることが指摘されている (小谷, 2009b)。逆に、低標高域で地位の高い林分では、広葉樹の更新が阻害されることが懸念され、強度間伐による広葉樹の更新に対する効果を十分に見極める必要があると考えられる。

アテ・ヒノキ人工林においては、間伐後年数が経過するほど、また緩傾斜地で更新に有利という結果であった (図-5)。アテやヒノキはスギよりも土壌の適応範囲は広く、スギにとっては低地位の場所であっても多くの人工林が存在する。林冠閉鎖によって極度に下層植生が乏しくなり易いアテ (片桐ら, 1993) やヒノキ (横井, 2005) の人工林では間伐後の植生回復に時間を要すると考えられる。また、尾根筋は斜面中腹以下よりも傾斜度が緩やかであることから、アテやヒノキではこうした造林場所の影響が解析の結果に反映されていると考えられる。また、低標高域の人工林内ではカラスザンショウやアカメガシワといった先駆

性の強い埋土種子タイプが間伐後に多く出現しやすく (小谷, 2007 ; 2009ab)、間伐2年後にはこれらの多くが枯死してしまう (小谷, 2011)。このことから、低標高域では光環境の調整を十分に図らなければ間伐後に多くの広葉樹が出現しても生存できない可能性が考えられる。

以上のことから、モニタリング調査では広葉樹の稚樹密度が低いと考えられる低標高域で地位の低い林分での稚樹の発生・生存と成長に、アテやヒノキ人工林では急傾斜地や間伐後の経過年数などに十分注視する必要があると考えられる。

引用文献

- Bailey J. D., Mayrsohn C., Doescher P. S., St. Pierre E., Tappeiner J. C. (1998) Understory vegetation in old and young Douglas-fir forests of western Oregon. *For. Ecol. Manage.* **112**: 289–302.
- Ito S., Nakagawa M., Buckley G. P., Nogami K. (2003) Species richness in sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantation in southeastern Kyushu, Japan: the effects of stand type and age on understory tree and shrubs. *J. For. Res.* **8**: 49–57
- 片桐成夫・金子信博・長山泰秀 (1993) アテ択伐林施業にともなう林分構造、成長および光環境の変化について. (アテ林業とともに. 故安井鈞先生を偲ぶ会編集・発行, 107pp.). 43–60.
- 小谷二郎 (2007) スギ人工林における木本種の埋

- 土種子数と種組成. 石川県林試研報 **39**: 59–64.
- 小谷二郎 (2009a) 針葉樹人工林の強度間伐が広葉樹の更新に与える影響. 中森研 **57**: 35–36.
- 小谷二郎 (2009b) 多雪地帯のスギ人工林皆伐跡地において標高の違いが木本種の定着に与える影響. 森林立地 **51**: 69–76.
- 小谷二郎 (2011) 過密な針葉樹人工林に対する強度間伐が広葉樹の更新に与える影響—間伐後3年間の実生の生存と成長—. 石川県林試研報 **43**: 5–12.
- 日本林業技術協会 (1999) 人工林林分密度管理図 (林野庁監修).
- 林野庁 (2009) 平成20年度森林・林業白書—林業の新たな挑戦.
- 佐竹義輔・原寛・亘野俊次・富成忠夫 (編) (1989) 日本の野生植物—木本 I, II. 平凡社, 東京.
- Son Y., Lee Y. Y., Jun Y. C., Kim Z. (2004) Light availability and understory vegetation four years after thinning in a *Larix leptolepis* plantation of central Korea. J. For. Res. **9**: 133–139.
- StatSoft (2005) STATISTICA™06J.
- 横井秀一・井川原弘一・渡邊仁志 (2005) 下層植生の乏しいヒノキ人工林の表土に含まれる埋土種子数. 中森研 **53**: 5–6.