

阿武隈高地森林生物遺伝資源保存林のモミ林における モニタリング調査（20 年目）の結果

遺伝資源部 保存評価課 玉城聡・福山友博※ 探索収集課 稲永路子・長谷部辰高
育種部 育種第二課 木村恵※※・小川広大
関西育種場 育種課 磯田圭哉 遺伝資源管理課 竹中拓馬

1 はじめに

生物多様性の保全を目的とした保全地域が国や地方公共団体により国内に広く設定されており、国有林においては、保護林制度によって原生的な天然林や遺伝資源の保全が必要な地域等が保護地域に指定されている。これらの地域では伐採等の施業が制限されることから、希少な種や個体群の保全が期待できる。一方で森林は自然災害等の攪乱の影響を受けたり、種間競争に伴う植生遷移によって少しずつ変化し続けることが知られている。したがって、設定した保護林が目的を果たしているかについて定期的に検証することが必要であり、そのためには、林分構造の変遷を把握し、目的樹種の更新動態を明らかにすることが必要と考えられる。そこで林木育種センターでは、目的樹種の生息域内保全の有効性を検証することを目的とし、国有林内に設定された保護林内においてモニタリング調査を2001年に開始した。森林研究・整備機構の第5期中長期計画（令和3～7年度）に基づき、7樹種（アカマツ、カラマツ、モミ、ブナ、ミズナラ、シラカバ、ケヤキ）を対象としたモニタリング調査を5年ごとに行っている。2021年と2022年は、モミを対象とした保護林に設定した2か所の試験地において20年目のモニタリング調査を実施した。2021年に調査した試験地はモミが優占した林分であり（以下、モミ林とする）、2022年に調査した試験地はモミと落葉広葉樹を主とした混交林である（以下、混交林とする）。

モミはマツ科モミ属の常緑針葉樹であり、樹高30m、胸高直径1.5mに達する。モミはツガとともに暖温帯上部から冷温帯下部にかけての移行部を中心に優占し、かつてはモミ、ツガ林と呼ばれる天然林が東海地方以西の太平洋側地域でよく発達していた。モミの材質は軽軟で加工しやすく、葬祭具、建築材、パルプ材として多用された（伊藤ら2011）。天然のモミ林の伐採後にはスギやヒノキの植林地となり、現在のモミ林は残存的な森林となりつつある。

これまでに当該試験地で行われたモニタリング調査データから、設定時の林分構造と繁殖、更新状況について報告されている（岩泉ら2005）。また、設定後5年間および10年間の林分構造の変化を分析した結果が報告されている（岩泉ら2009、大谷ら2015）。さらに分子生態学の手法によって花粉や種子を介した遺伝子流動を解析した結果が報告されている（Iwaizumi et al. 2022）。本報告では、モミ林と混交林の20年間の林分構造の変遷について報告する。

2 材料と方法

福島県いわき市の塩田山国有林6林班ろ小班（磐城森林管理署管内）の阿武隈高地生物群集保護林内に2001年と2002年に1か所ずつモニタリング試験地を設定した。2001年に設定したモミ林の試験地は0.25haであり、2002年に設定した混交林の試験地は0.44haである。両試験地ともに標高150–250mの範囲に位置し、混交林はモミ林の北西方向に約400mの位置にある（大谷ら2015）。区域内に出現した全個体について、胸高直径が5cm以上の個体（幹）の位置を測量し、位置図を作成した（大谷ら2015）。多幹や株立ちのものもすべて記録した。出現した全ての個体について胸高部位の周囲長を測定した。モニタリング調査は5年間隔のため、設定時から20年目にあたる2021年（モミ林）と2022年（混交林）までに5回の調査を実施した。調査項目は個体の生存調査、胸高部位の周囲長の計測および新規加入個体の探索と位置の記録である。

各樹種が空間を占有している程度の指標として、胸高断面積合計を求めた。更新動態に関する基本的なパラメータである死亡率 $M(t)$ と新規加入率 $R(t)$ を以下の式により求めた（正木ら2006）。

$$M(t) = \ln(N_0/N_t) \times t^{-1} \times 100$$

$$R(t) = \ln(N_t/N_0) \times t^{-1} \times 100$$

ここで N_0 、 N_t 、および N_{∞} はそれぞれ、ある期間の始めの生存本数、ある期間 t 年で生き残った本数、ある期間の終わり時の生存本数である。

3 結果と考察

設定時と 20 年後の調査において、試験地内に出現した樹種ごとの本数と全体に占める割合 (%) を試験地別に表-1 と表-2 に示す。モミ林では、モミの出現数は 27 個体減少したのに対して、混交林では 40 個体増加した。モミ以外の樹種では、両試験地ともに多くの樹種で減少傾向であった。出現割合が 1%以上の樹種のうちで、半数以下に減少した樹種は、モミ林では 10 樹種、混交林では 6 樹種であった。反対に 1.5 倍以上に増加した樹種は、モミ林ではウラジロガシとヤブツバキの 2 種であり、混交林ではアオハダ 1 種のみであった。大きく減少した種には先駆性種とされるアカメガシワやカラスザンショウなど、明るい環境を好む樹種が多かった。増加していた 3 種のうちのウラジロガシとヤブツバキは常緑広葉樹であり、一般的に常緑広葉樹は落葉広葉樹と比べて耐陰性が高いことが知られている。アオハダは落葉広葉樹ではあるが、比較的耐陰性が高いことが報告されている樹種である (Gonzales and Nakashizuka 2010)。

両試験地におけるモミとモミ以外の樹種 (以下、他樹種グループとよぶ) について、胸高直径階ごとの出現頻度の分布を設定時と 20 年目の調査時のデータで色分けして図示する (図-1、2)。モミ林については、モミ、他樹種グループともに小径木が減少している傾向が認められた。また、モミはより高い直径階への移行が進んでいることが読み取れる。混交林では、他樹種グループについてはモミ林と同様に小径木が減少傾向であったが、モミについては小径木は増加しており、新しい個体の加入が継続していることが示された。

モミと他樹種グループの胸高断面積合計の 20 年間の推移を試験地別に図-3 に示す。両試験地ともに、他樹種グループの面積はほぼ同程度の値で推移したのに対して、モミの値は年々増加する傾向が認められた。特に混交林ではモミの増加傾向が顕著であり、20 年間で約 1.8 倍に増加した。モミの個体ごとの肥大成長の特徴を把握するため、試験地設定時の胸高直径の値を X 軸に、20 年後の値を Y 軸にプロットした (図-4)。モミ林では、胸高直径が 20cm 未満

表 1 モミ林試験地における設定時 (2001 年) と 20 年後 (2021 年) の樹種ごとの出現本数と全体に占める割合

樹種	2001年		2021年	
	本数	%	本数	%
モミ	156	43.6	129	44.5
ウラジロガシ	27	7.5	52	17.9
<u>アカメガシワ</u>	<u>24</u>	<u>6.7</u>	<u>8</u>	<u>2.8</u>
アカシデ	18	5	16	5.5
イロハモミジ	17	4.7	15	5.2
<u>ウリカエデ</u>	<u>13</u>	<u>3.6</u>	<u>2</u>	<u>0.7</u>
<u>コナラ</u>	<u>12</u>	<u>3.4</u>	<u>3</u>	<u>1</u>
ヤマザクラ	9	2.5	5	1.7
<u>クリ</u>	<u>8</u>	<u>2.2</u>	<u>4</u>	<u>1.4</u>
フジ	7	2	5	1.7
<u>ウリハダカエデ</u>	<u>7</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>1</u>
ハクウンボク	5	1.4	4	1.4
イヌブナ	5	1.4	7	2.4
<u>カスミザクラ</u>	<u>5</u>	<u>1.4</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
ホオノキ	4	1.1	2	0.7
<u>カラスザンショウ</u>	<u>4</u>	<u>1.1</u>	<u>1</u>	<u>0.3</u>
<u>アセビ</u>	<u>4</u>	<u>1.1</u>	<u>1</u>	<u>0.3</u>
<u>リョウブ</u>	<u>4</u>	<u>1.1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
ヤブツバキ	4	1.1	14	4.8
ネムノキ	3	0.8	2	0.7
クヌギ	2	0.6	0	0
ミズメ	2	0.6	2	0.7
コシアブラ	2	0.6	1	0.3
イヌザクラ	2	0.6	1	0.3
イタヤカエデ	1	0.3	1	0.3
イイギリ	1	0.3	1	0.3
クマシデ	1	0.3	1	0.3
マルバアオダモ	1	0.3	0	0
イヌシデ	1	0.3	1	0.3
オニグルミ	1	0.3	0	0
ケヤキ	1	0.3	1	0.3
ハウチワカエデ	1	0.3	1	0.3
アワブキ	1	0.3	1	0.3
ヤマフジ	1	0.3	0	0
コハウチワカエデ	1	0.3	2	0.7
ナツツバキ	1	0.3	0	0
ミズキ	1	0.3	0	0
ネジキ	1	0.3	0	0
シラカシ	0	0	1	0.3
ヒサカキ	0	0	1	0.3
アオキ	0	0	1	0.3

出現本数割合が全体の 1%以上を占める樹種のなかで、本数が 1.5 倍以上に増加した樹種を太字で、半数以下に減少した樹種は下線で表示した。

の個体は $y = x$ の直線とほぼ同位置にあることから、ほとんど成長していないことが読み取れる。一方、混交林につ

表2 混交林試験地における設定時（2002 年）と 20 年後（2022 年）の樹種ごとの出現本数と全体に占める割合

樹種	2002年		2022年	
	本数	%	本数	%
モミ	197	34.3	237	46.7
コナラ	57	9.9	38	7.5
ウリハダカエデ	<u>32</u>	<u>5.6</u>	<u>6</u>	<u>1.2</u>
アカシデ	23	4.0	21	4.1
ネジキ	<u>21</u>	<u>3.7</u>	<u>10</u>	<u>2.0</u>
エゴノキ	19	3.3	11	2.2
クリ	<u>18</u>	<u>3.1</u>	<u>5</u>	<u>1.0</u>
アセビ	17	3.0	14	2.8
イロハモミジ	16	2.8	22	4.3
ウリカエデ	<u>14</u>	<u>2.4</u>	<u>1</u>	<u>0.2</u>
フジ	14	2.4	12	2.4
イヌブナ	13	2.3	17	3.4
ヤマザクラ	11	1.9	10	2.0
イタヤカエデ	11	1.9	10	2.0
ケヤキ	10	1.7	9	1.8
カスミザクラ	9	1.6	6	1.2
イヌザクラ	<u>9</u>	<u>1.6</u>	<u>3</u>	<u>0.6</u>
アワブキ	9	1.6	5	1.0
リョウブ	8	1.4	5	1.0
アオハダ	8	1.4	12	2.4
ハクウンボク	6	1.0	6	1.2
サワシバ	6	1.0	6	1.2
アオダモ	<u>6</u>	<u>1.0</u>	<u>3</u>	<u>0.6</u>
ミズキ	5	0.9	3	0.6
コハウチワカエデ	5	0.9	6	1.2
ウラジロノキ	5	0.9	4	0.8
ホオノキ	4	0.7	4	0.8
ウワミズザクラ	4	0.7	6	1.2
イヌシデ	3	0.5	5	1.0
ミズメ	2	0.3	2	0.4
コシアブラ	2	0.3	1	0.2
カヤ	2	0.3	1	0.2
ヤシャブシ	1	0.2	0	0.0
アカメガシワ	1	0.2	0	0.0
クマシデ	1	0.2	1	0.2
キハダ	1	0.2	0	0.0
ヤマウルシ	1	0.2	0	0.0
アオツヅラフジ	1	0.2	0	0.0
ヒトツバカエデ	1	0.2	1	0.2
ムラサキシキブ	1	0.2	0	0.0
ヤブツバキ	1	0.2	1	0.2
イヌガヤ	0	0.0	2	0.4
ハンノキ	0	0.0	1	0.2

出現本数割合が全体の1%以上を占める樹種のなかで、本数が1.5倍以上に増加した樹種を太字で、半数以下に減少した樹種は下線で表示した。

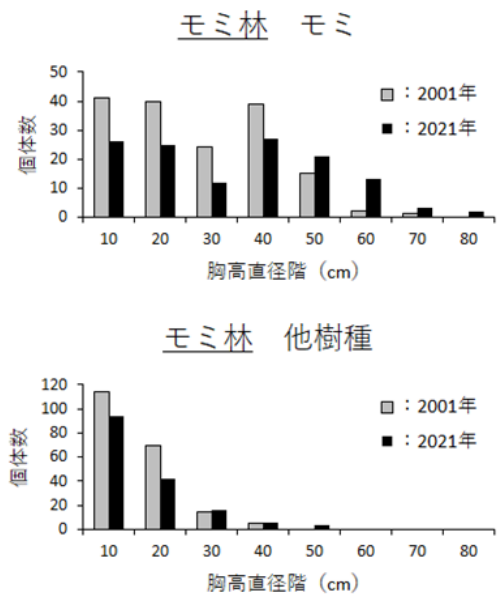


図1 モミ林における設定時（2001 年）と 20 年後（2021 年）の胸高直径階分布 モミ（上）と他樹種（下）に分けて集計した。

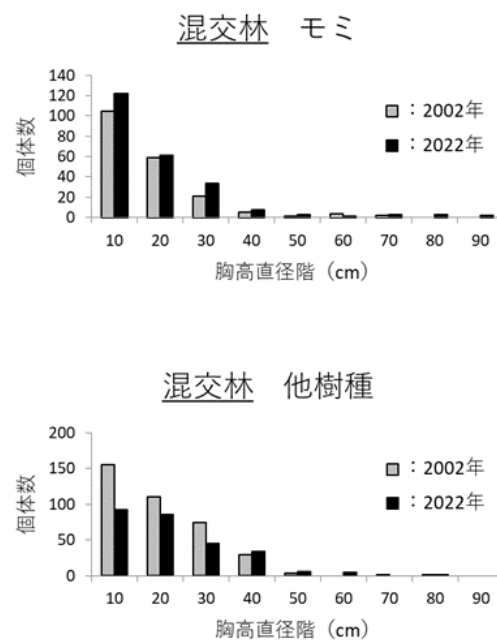


図2 混交林における設定時（2002 年）と 20 年後（2022 年）の胸高直径階分布 モミ（上）と他樹種（下）に分けて集計した。

いては、小径木でもY軸方向に値が移行しており、肥大成長していることが示された。小径木の肥大成長の良否が両試験地間で異なった原因として、樹冠の閉鎖の程度が異な

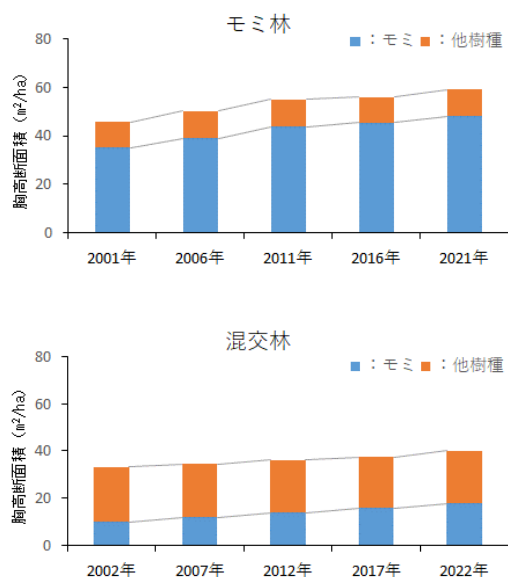


図3 モミ林（上）および混交林（下）における胸高断面積合計（m²/ha）の20年間の推移

ることが影響していると推察される。直近の調査での胸高断面積合計の値はモミ林は混交林の約1.5倍であり、さらに樹冠の閉鎖効果が高い常緑の樹種であるモミに関しては、3倍近い値の違いがあった（図-3）。モミ林では、小径木は光合成産物を成長に分配できないほどに光環境が厳しい環境であると考えられる。

試験地ごとのモミと他樹種グループの死亡率の推移を図-5に、新規加入率の推移を図-6に示す。モミ林、混交林ともにモミの死亡率は他樹種と比べ低かった（図-5）。他樹種グループの構成種の多くは落葉広葉樹であり、モミとの耐陰性の違いが死亡率の違いに現れたと考えられる。試験地間で比較すると、モミ林では混交林よりもモミの死亡率が高かった。その原因としては、前述のとおりモミ林と混交林の樹冠の閉鎖程度が異なることによる光環境の違いが影響していると推察される。混交林ではモミ林よりもモミの新規加入率が高かったが（図-6）、これについても両試験地の光環境の違いが影響している可能性が考えられる。すなわち、樹冠が閉鎖しているモミ林では測定対象となる胸高直径5cm以上に達するまでに枯死する個体が多いと推察される。また、モミ林では混交林と異なり、他樹種グループの新規加入率がモミよりも高かった。混交林では出現しない高木・亜高木性の常緑広葉樹であるウラジロガシとヤブツバキがモミ林で新規加入していること（表-1）が両

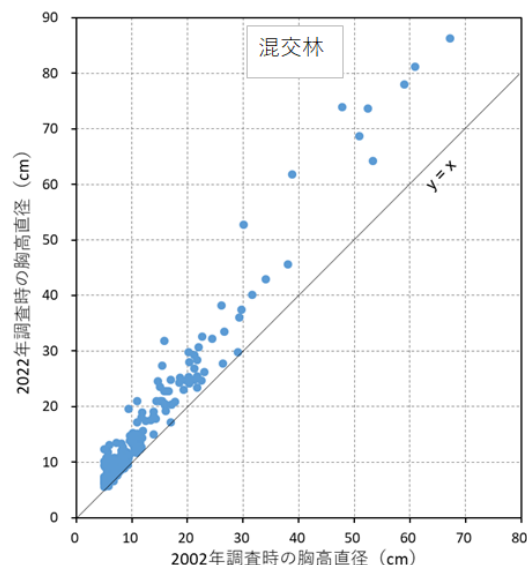
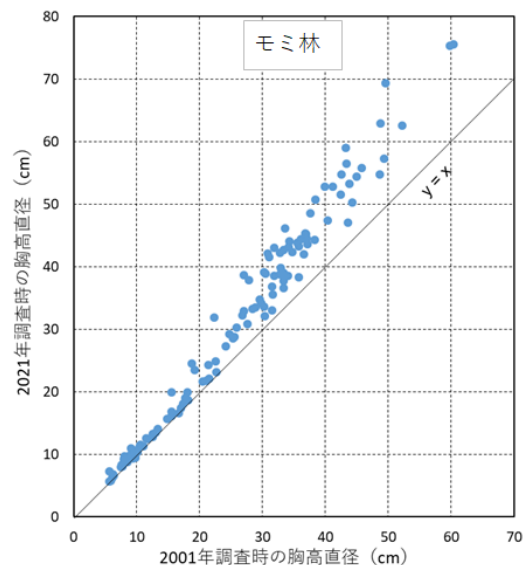


図4 モミ林（上）と混交林（下）について、モミの設定時の胸高直径の値をX軸に、20年後の値をY軸にプロットした散布図

試験地間の違いの原因と考えられる。

20年間に渡るモミ林と混交林における集団動態調査の結果から、モミ林では大径木を中心としたモミの成長が継続しており、混交林では小径木も含めたモミの成長や新規加入が継続していることが明らかになった。両試験地ともにモミの優占度が高まっている一方で、明るい環境を好む落葉広葉樹が減少している傾向であった。試験地の近辺には炭焼き窯の痕跡が認められ、薪炭材として利用価値の高い落葉広葉樹が優先して維持されてきた歴史があると推

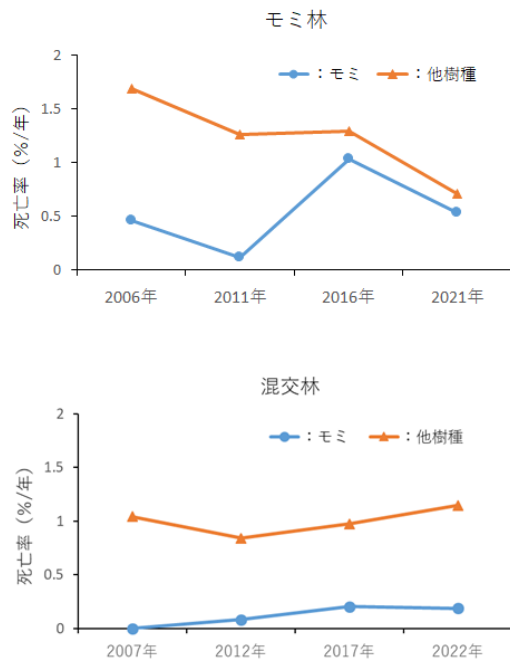


図5 モミ林（上）および混交林（下）における死亡率（%/年）の15年間の推移

察される。人為的な薪炭林としての管理が行われなくなったことで、耐陰性の高い樹種への遷移が進行しつつある状況と考えられる。本保存林は、モミの保全を主目的として設定されており、今回の結果からは設定時の目標を達成できていることが示された。一方で、落葉広葉樹を主体とした里山林は全国的に減少しつつあると考えられることから、本試験地のような落葉樹から常緑樹への遷移の過程を記録に残すことも重要であると考えられる。

4 引用文献

- Gonzales R.S. and Nakashizuka T. (2010) Broad-leaf species composition in *Cryptomeria japonica* plantations with respect to distance from natural forest. *Forest Ecology and Management*, 259, 2133–2140
- 伊藤隆夫・佐野雄三・安部 久・内海泰弘・山口和穂 (2011) 日本有用樹木誌. 海青社
- Iwaizumi M.G., Ohtani M., Yano K., Miyamoto N., Nasu J., Takahashi M., Ubukata M (2022). Accurate paternal and maternal immigrant gene flow

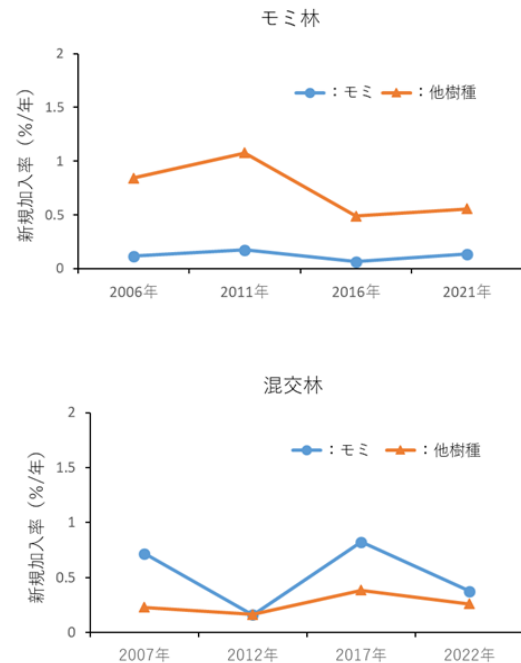


図6 モミ林（上）および混交林（下）における新規加入率（%/年）の15年間の推移

analysis over three mast years detects relative levels of gametic heterogeneity components in a natural population of *Abies firma*. *Journal of Forest Research*, 27, 297–307

岩泉正和・高橋誠・矢野慶介 (2009) モミ林内に設定した2箇所の林木遺伝資源モニタリング試験地における5年間の林分構造の推移. *日本森林学会関東森林研究* 60, 169–172

岩泉正和・野村考宏・星比呂志・矢野慶介 (2005) モミ林内に設定した林木遺伝資源モニタリング2試験地間の林分構造やモミの繁殖及び更新状況の違い. 平成17年版林木育種センター年報, 108–111

正木隆・田中浩・柴田銃江 (2006) 森林の生態学 長期大規模研究からみえるもの. 文一総合出版

大谷雅人・大久保典久・佐藤新一・岩泉正和・矢野慶介・宮本尚子・那須仁弥・高橋誠 (2015) 阿武隈高地の林相の異なるモミ天然林2林分における10年間の林分構造の推移. *日本森林学会関東森林研究* 66, 127–130