

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：83502

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16K07801

研究課題名(和文) 気候変動下での樹木分布移動に及ぼす人工林とニホンジカの影響の解明

研究課題名(英文) Effects of deer and planted forests on native tree distribution shift under climate change

研究代表者

長池 卓男 (Nagaike, Takuo)

山梨県森林総合研究所・その他部局等・主幹研究員

研究者番号：50359254

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：気候変動の影響が顕著になりつつあるため、森林分野でもその適応策の考案や研究進展が望まれている。本研究では、気候変動下における樹木分布移動に人工林とニホンジカが及ぼす影響を明らかにし、気候変動適応策としての人工林とニホンジカの管理への提案を行うこと目的として研究を実施した。ニホンジカに剥皮や摂食される樹種は、標高傾度で上方に分布域を拡大しようとしても、その影響により妨げられ、気候変動下での樹木分布移動には負の影響があることが推測された。一方、高標高にも植栽されているカラマツのように剥皮や摂食を比較的受けにくい樹種では、更新適地では分布域を上方に広げる可能性の高いことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自然林における気候変動適応策を考える上では、樹木自身の推移に任せることが提案されているが、ニホンジカはそれを阻害している可能性が示唆された。今後の気候変動はニホンジカの分布域をさらに拡大させる可能性もあるため、森林の気候変動適応策を考える上でもニホンジカの適切な管理が必要であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：To develop and implement climate change adaptation strategies in forest ecosystems, we have studied the effects of planted forest and sika deer (*Cervus nippon*) on shift of tree distribution in subalpine forests in central Japan. Tree species which debarked and browsed well by sika deer was hard to enlarge their distribution range. On the other hand, tree species which was not favored by sika deer, like *Larix kaempferi* which was planted in high elevation zone, could enlarge the distribution into upward sites.

研究分野：森林生態学

キーワード：ニホンジカ 剥皮 更新 亜高山帯針葉樹林 カラマツ

## 1. 研究開始当初の背景

気候変動が顕著になりつつあり、その適応策を考えることが、さまざまな分野で喫緊の課題となっている。森林生態系における気候変動の適応策は、温暖化に伴う生物の自然の移動をスムーズに行えるようにするために緑のコリドーを設定すること、人工林が移動の障害となる場合は自然林に転換していくこと、が例示されている(環境省 2008「賢い適応」)。日本の森林の 40% を人工林が占めている。その多くは、戦後の拡大造林期に造成され、高山帯直下の高標高地まで人工林が造成されていることも珍しくない。このような高標高人工林は、現在では木材生産機能は求められておらず、公益的機能を発揮することが期待されている。農林水産省気候変動適応計画(2015)においては、森林でのデータや研究自体が少ないことから、「不確定要素が大きいこと」、「(成長の変化などの)正確な予測のためには、今後更に研究を進めていく必要がある」と報告されている。人工林が樹木の分布移動において実際に障害となるかどうかの検討も全く行われておらず、人工林の気候変動適応策に果たす役割についての研究展開が望まれている。

人工林における針広混交林化や広葉樹林化における最近の研究において、植栽樹種の葉の生態的特性(常緑性・落葉性)によって、林内に天然更新する樹種やその密度は大きく異なり、常緑樹人工林よりも落葉樹人工林で天然更新しやすいことが指摘されている(森林総研 2010「広葉樹林化ハンドブック」)。したがって、人工林での樹木の分布移動の成否は、植栽樹種の葉の生態的特性を考慮する必要があるが、気候変動適応策としてこの点に着目した研究もみられない。

太平洋側に分布するブナは、夏期の高温や冬期の積雪が少ないという、ブナにとって限界の環境条件にあることから後継の稚樹や若木が少なく、温暖化の影響を特に受けやすい種である。ブナの生育する天然林が保護林として低標高にあり、人工林がそれに接して高標高に造成されていることも珍しくなく、そのような場所ではブナ林の周囲の人工林のあり方が分布移動の適応策となることが期待される。しかし、そのようなことを明らかにした研究は見られない。適応策としては、植栽樹種の葉の生態的特性を含めて、どのような人工林であることが望まれるのか、また障害となる場合はどのような管理を行うことで適応策となり得るのかを明らかにすることが必要である。

一方で、高標高の人工林は、樹木の分布移動の適応策よりも、人工林の植栽樹種が高山帯に逸出することにより高標高域への悪影響を及ぼすことも想定される。高山帯の生態系は、気候変動による脆弱性が他の生態系よりも高いことが指摘されている。また、高標高での伐採跡地には、天然更新する樹種の分布を上方へ移動させる適地ともなることが報告されている。したがって、高標高地の人工林の管理のあり方によっては、森林における気候変動適応策となり得る。しかしながら、そのような視点からの研究は行われていない。

ニホンジカの個体数増加と分布域拡大が指摘されて久しい。人工林は、天然林での自然攪乱よりも強度の攪乱を通常伴うため、攪乱耐性のある種が天然更新することが多い。一方、人工林に天然更新する種の多くは、ニホンジカに剥皮されやすい傾向もみられる。したがって人工林ではニホンジカに摂食されることによって分布移動が阻害されている可能性があるが、このような点はこれまで明らかにされていない。

以上のことから、気候変動による樹木の分布移動について、人工林は適地となる可能性があるものの植栽樹種の逸出源ともなり得ること、ニホンジカは剥皮や摂食によって阻害する可能性がある。したがって、樹木の分布移動には、人工林とニホンジカの相互作用を組み込んで評価する必要がある。

## 2. 研究の目的

気候変動適応策を考案するために、人工林の植栽樹種の拡大、人工林の植栽樹種やニホンジカの摂食による樹木の分布移動の制限を明らかにし、気候変動適応策としての人工林とニホンジカの管理への提案を行うことを目的とした。

## 3. 研究の方法

亜高山帯におけるニホンジカの剥皮と樹木の生存を明らかにするために、以下の調査を実施した。南アルプスおよび奥秩父山系では、シラビソなどを中心とする天然性針葉樹林とカラマツを中心とする人工林において 10×40m の調査区を計 56 ヶ所設定し、胸高直径 3cm 以上の立木を対象に毎木調査とニホンジカの剥皮を調査した。富士山では、50×140m の調査区を設定し、樹高 2m 以上の立木を対象に毎木調査とニホンジカの剥皮を調査した。人工林の植栽樹種が高標高へ分布拡大しているかを明らかにするために、鳳凰三山稜線付近の標高 2300m 付近のシラビソ林とシラビソ林を伐開して造成された防火帯を含む 10×30~40m の調査区を 3 つ設置して毎木・稚樹調査を実施した。

また、南アルプスおよび奥秩父山系においては、赤外線センサー付自動撮影カメラを設置し、

ニホンジカの出現傾向を把握した。

#### 4. 研究成果

南アルプスの森林タイプごとの剥皮率（調査区内の立木本数に対する剥皮されていた立木数の割合）は、ダケカンバ林、亜高山帯針葉樹林では、継続して増加していた。特に、ダケカンバ林内に隔離的かつ単木的に分布するシラビソやオオシラビソへの剥皮が増加しており、亜高山帯針葉樹の標高上方への分布移動はニホンジカにより阻害されている可能性が示唆された。

奥秩父山系での樹木への剥皮率は、コメツガ天然林<カラマツ人工林<シラビソ天然林となっていた。カラマツ人工林では、植栽されたカラマツは剥皮されておらず、人工林内に天然更新したシラビソやオオシラビソが剥皮されていた。高標高地の人工林は、もともとは木材を生産することを目的として造成されたものだが、近年では公益的機能を発揮する森林としての役割が期待されている。そのため、その土地に適合して人工林内に天然更新してきた樹種を活かすことが求められているが、そのような樹種がニホンジカによって剥皮されていた。

南アルプスの標高 2150m 付近の防火帯においては、カラマツの更新が旺盛であった。人工林植栽樹種の標高上方へ更新している可能性が高いことが示唆され、また樹高 100cm でも結実していることから、今後のカラマツの更新がより促進される可能性が示された。

富士山では、シラビソが最初に多く剥皮され、次いで、コメツガやオオシラビソも剥皮されるようになっていた。幹の全周に対する剥皮されている部分の割合が 70%以下の幹では、剥皮後の年数が経過するに従い生存率は低くなるものの、剥皮後 12 年経過しても平均で 40%程度の生存率であることが明らかとなった。これは、剥皮を受けていない立木の生存率と大きくは異ならなかった（Nagaike 2020 Journal of Forestry Research）。また、シラビソの同じ直径サイズで比較して、待機稚樹よりも新規加入稚樹の方が剥皮されていることを明らかにし、光環境の好転により待機稚樹から新規加入稚樹になったものほど剥皮されやすいことは、森林の更新過程に大きな影響を及ぼす可能性を示唆した（Nagaike 2020 Forests）。

南アルプスのブナ林に隣接しているカラマツ人工林内においては、林床がミヤコザサに覆われていることもあり、ブナの更新稚樹は、ほとんど見られなかった。ニホンジカの生息数も多いことから、カラマツ人工林がブナの分布移動に貢献する可能性は、低いことが推測された。

以上のことから、ニホンジカに剥皮や摂食される樹種は、標高傾度で上方に分布域を拡大しようとしても、その影響により妨げられ、気候変動下での樹木分布移動には負の影響があることが推測された。一方、カラマツのように剥皮や摂食を比較的受けにくい樹種では、更新適地では分布域を上方に広げる可能性の高いことが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Nagaike T	4. 巻 11
2. 論文標題 Bark Stripping by Deer Was More Intensive on New Recruits than on Advanced Regenerants in a Subalpine Forest	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 490
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/f11050490	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nagaike T	4. 巻 31
2. 論文標題 Effects of heavy, repeated bark stripping by Cervus nippon on survival of Abies veitchii in a subalpine coniferous forest in central Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Forestry Research	6. 最初と最後の頁 1139-1145
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11676-019-00940-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 長池卓男・飯島勇人・荒川史子	4. 巻 38
2. 論文標題 甲武信ヶ岳周辺の亜高山帯針葉樹林におけるニホンジカの剥皮の影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 山梨県森林総合研究所研究報告	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 勝木俊雄・長池卓男・西川浩己・田中 智・岩本 宏二郎	4. 巻 18
2. 論文標題 八ヶ岳の山梨県有林に設置したヤツガタケトウヒ試験区におけるシカ被害を受けた林相の12年間の変化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 森林総合研究所研究報告	6. 最初と最後の頁 101-110
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 長池卓男・荒川史子	4. 巻 39
2. 論文標題 高標高カラマツ人工林の動態に及ぼすニホンジカの剥皮の影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 山梨県森林総合研究所研究報告	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 長池卓男
2. 発表標題 ニホンジカの採食の影響による亜高山帯植生の均質化
3. 学会等名 日本生態学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuo Nagaike
2. 発表標題 Mt. Fuji reforestation project -Corporate social responsibility on ecological forest restoration in conifer plantations in Japan
3. 学会等名 International Conference on Forest Landscape Restoration under Global Change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takuo Nagaike
2. 発表標題 Restoration processes at line cutting sites in an even-aged plantation, Mt. Fuji, central Japan
3. 学会等名 3rd Restoring Forests: Regeneration and Ecosystem Function for the Future (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長池卓男
2. 発表標題 森林管理における気候変動適応策の検討
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuo Nagaike, Hayato Iijima
2. 発表標題 Upward distribution of subalpine conifer trees in dwarf Betula ermanii forests was inhibited by deer debarking
3. 学会等名 IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 長池卓男(梶 光一、飯島 勇人編)	4. 発行年 2017年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 125 - 140 (272)
3. 書名 南アルプス高山帯でのシカの影響とその管理(日本のシカ)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	飯島 勇人  (Iijima Hayato)  (30526702)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等   (82105)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	大地 純平  (Oochi Junpei)  (00536279)	山梨県森林総合研究所・その他部局等・研究員    (83502)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関