

高崎山森林調査報告書

2021 年 3 月 26 日

広島大学
大学院統合生命科学研究科
教授 山田俊弘

目次

1. 調査目的
2. 調査日程と調査概要
3. 調査者
4. 電気柵内側と外側の森林および森林動態の比較～
5. 摘要

1. 調査目的

ニホンザルが絶えず利用する高崎山の森林は、ニホンザルによる森林利用によって劣化する可能性がある。高崎山管理委員会は、ニホンザルと森林の両方が持続可能な形で存続できる指針を提言し続けているが、この目標を達成するためには、ニホンザルが高崎山の森林を持続可能な方法で利用しているかどうかを、森林をモニターリングすることで検証していくことが必要となる。

この検証の一環として定点長期観察用調査区を用いた森林調査を行い、高崎山の森林および森林更新の状況を評価する。

2. 調査日程と調査概要

2021 年 3 月 8 日	高崎山での森林調査開始
3 月 9 日	高崎山での森林調査
3 月 10 日	高崎山での森林調査
3 月 11 日	高崎山での森林調査
3 月 12 日	高崎山発広島着

今回の調査では、前回行われた 2016 年度の調査同様、高崎山の電気柵内側および外側に設置された調査区の樹木を対象に、

- (1) 死亡速度決定のための生存の確認、
- (2) 直径成長速度決定のための直径再測定、および
- (3) 加入速度の決定のための新規加入個体の確認、

を行った。この調査データを用いて高崎山の森林の状況を、死亡・加入・成長速度から判定した。

3. 調査者

調査は以下の 6 名により行われた。

広島大学大学院 統合生命科学研究科 教授 山田 俊弘

広島大学 総合科学部 学部 3 年 TUTUARIMA RYAN YOSUA

広島大学 総合科学部 学部 3 年 今田 華鈴

広島大学 総合科学部 学部 2 年 青柳 仁士

広島大学 総合科学部 学部 2 年 尾畑 侑果

広島大学 総合科学部 学部 2 年 張 明遠

4. 電気柵内側と外側の森林および森林動態の比較～

森林は、森林を構成する樹木の自然更新が行われることで、数十年から数百年という長期間にわたり森林景観を維持する。一方、ニホンザルが生息する高崎山では、森林がニホンザルの影響を受け、劣化してゆく危険をはらんでいる。

例えば、ニホンザルは樹木の枝葉をちぎり、餌として利用する。このために樹木が負の影響を受けるかもしれない。1980年代には高崎山のニホンザル生息地域から、ニホンザルの影響によりエノキやムクノキが全滅したことが知られている。また、その他の樹種(クスノキやクマノミズキ等)についても、ニホンザルにより葉がむしり取られることが確認されている。こうしたことから、ニホンザルが森林資源を持続可能な方法より強く利用しており、森林が劣化していることが懸念されるようになった。

高崎山管理委員会は、ニホンザルと森林の両方が、持続可能な形で存続できる指針を提言し続けているが、この目標を達成するためには、ニホンザルが高崎山の森林を持続可能な方法で利用しているかどうかを、森林をモニターリングすることで検証していくことが必要となる。

高崎山では、定点長期観察用調査区が2000年から、電気柵内側と外側の森林に設置されている。この定点長期観察用調査区を用いて森林をモニターリングし続けられれば、時間に伴う森林の変化(森林動態)を定量的に把握することができる。高崎山の森林を適正に管理するためには、時間に伴うこうした森林の動き(森林動態)に注目して、高崎山の森林の更新状況を常に診断し、将来の高崎山の森林の姿を予測し、森林の劣化が発生していないか定期的に確認する必要がある。

そこで今年度は、これらの調査区を用いた調査を行い、最近20年程度の高崎山の森林に生える樹木の成長・生残・加入データを集積した。そして、こうして得られた調査データを用いて、高崎山での森林および森林更新の状況を、死亡速度、加入速度、成長速度から診断した。

なお、これまでの調査により、高崎山の森林では、森林の維持に最も重要な影響を与える要因が、構成樹木の死亡速度であることが明らかとされている。そこで本調査では特に、高崎山の森林において、樹木の死亡速度が上昇していない検証することで、森林および森林の更新状況を診断した。同時に、加入速度や成長速度の観点からも診断を加えたい。

方法

調査区と野外調査

現在までに高崎山の各地に11個の定点長期観察用調査区が設置されている。図-1にそれら調査区の位置を、また表-1にそれら調査区の特徴を示す。調査区は、

標高 150m 程度の餌場付近の植林地とクスノキを主体とする森林に1つずつ、標高 250m 以下(電柵 5 号入り口付近)の、タブノキやクスノキを主体とした常緑広葉樹林に計 3 個(内側 1 個、外側 2 個)、標高 300m から 400m(電柵 7 号および 8 号入り口付近)のイタヤカエデ、イヌシデ、クヌギを主体とした落葉樹林(二次林)に計 4 個(内側 2 個、外側 2 個)、標高 600m の頂上付近のクヌギの植林地と標高 400m から 500m の頂上から伸びる、コナラ、アカガシ、アセビを主体とした尾根上にそれぞれ一つずつ設置されている(図-1)。

標高 150m 以下の部分はかつてクスノキを植栽するなど、人により激しく利用されてきた場所だと考えられる。

なお、ここ数年、C 群のサルがえさ場に現れないことがある。そんな時 C 群はツバキ谷付近にたむろしていることが多いと推測される。そこで、ツバキ谷周辺の森林がニホンザルにより影響を受けすぎているかモニターリングするために、ツバキ谷に 400m² の調査区を新たに設置した。

これら調査区では、その中に生える周囲 15cm 以上の樹木の直径データが今までの調査により蓄積されている。今回の調査で、これらの木の生残を確認することで、調査区での死亡速度が、直径を再測定することで、直径成長速度が、新しく周囲 15cm 以上に達した木を数えることで、加入速度を決定することが出来る。そこで、今年度はこれらの調査区に生える樹木の直径の再測定と、生残の確認、および新規加入個体の有無を確認した。

森林パラメータ

調査区の面積は、ほとんどの調査区で 400m² だが、いくつかの調査区は、地形の制約のためそれより小さい(表-1)。そこで、調査区における 1ha あたりに換算した基底面積を計算した。

基底面積とは地上高 130cm での幹断面の面積の合計である。この基底面積は森林の材積量の指標として用いることができる。なお、基底面積は大きければ大きいほど森林が発達し、規模が大きいことを意味する。よく発達した森林での基底面積の値は、40 から 50m²/ha くらいになることが多い。

また、個体数も数えた。個体数も基底面積同様、1ha あたりに換算して計算した。よく発達した森林での個体数は 1500 本から 2000 本/ha くらいになることが多い。

結果と考察

基底面積の変化

電気柵内側と外側の違いにかかわらず、ほぼすべての調査区において 調査期間中における基底面積の上昇が観察された(図-2)。基底面積は森林材積量の指標と

なりうるため、この結果から高崎山の森林はここ 20 年の間、その規模を大きくしていると言える。

森林規模が大きくなっていること、また電気柵内側と外側で基底面積の変化の差が見られないことから、ニホンザルの森林植生への影響は限定的であるとみなすことができる。

ただし例外もある。標高約 200m に設置した電気柵内側の調査区、および電気柵外側 7 号入り口付近の調査区である。これらの調査区の基底面積は微減した。減少の量は小さいものではあるものの、この調査区だけ他と異なる森林劣化の傾向を示したことは気にかかる。このあたりの森林の劣化が進まないか、今後特に注視していく必要がある。

高崎山の多くの調査区の基底面積は $50\text{m}^2/\text{ha}$ を超えており、森林の規模が大きいことが示された。しかし、基底面積を小さくさせていた標高約 200m に設置した電気柵内側の調査区、および電気柵外側 7 号入り口付近の調査区の基底面積はそれぞれ、 $35\text{m}^2/\text{ha}$ と $42\text{m}^2/\text{ha}$ であり、ほかの調査区と比べるとやや小さい。これら調査区の森林動態は、基底面積の絶対値からも、今後これ以上低下しないか、特に注意して観察していく必要がある。

個体数の変化

調査開始後の調査区の個体数の変化は、基底面積とはちょうど逆で、ほぼすべての調査区で個体数の減少がみられた(図-3)。電気柵外側の調査区でも内側の調査区でも同程度の減少がみられたため、この個体数の減少がニホンザルによるものかどうかは現時点ではわからない。

むしろ、樹木個体数の減少をただちに森林劣化に結び付けることは難しいだろう。成熟した森林では樹木密度は 1500 本から 2000 本/ha くらいになるのが普通である。これに対して高崎山のほとんどの調査区の樹木密度は、非常に高い(図-3)。

基底面積の結果と照らし合わせると、基底面積を上昇させながら個体数を減少させている現在の高崎山は 植生遷移に伴う自然間引きを行っていると考えられるべきだろう。もしそうならば、個体数の減少は自然の法則に従ったものであり、注意の必要はない。

ただし、調査区設置時の個体密度が 2000 本/ha に達していない調査区でも個体数の減少が起きていた。これには、餌場付近の植林地、低標高地、電気柵外側 5 号入り口付近の急傾斜地、電気柵 5 号入り口付近の斜面に設置した調査区の 4 つがあたる。これらについては特に今後の動態を注視する必要がある。特に電気柵内側 5 号入り口付近の調査区については、もうすでに個体数をかなり減少させているため、ニホンザルの影響を含めた検討が必要だと考えられる。

死亡個体数と新規加入個体数

次に死亡個体数と新規加入個体数を見てみよう(図—4から図—9)。

ほぼすべての調査区で、死亡個体数が新規個体加入数より多い。この結果として、調査区内の個体数の減少が起こったと理解できる。新規加入と死亡個体数が同じだったのが、電気柵内側 8 号入り口付近と、電気柵入り口山頂付近の調査区のみであった。

成長の直径成長

調査区は、個体数を減少させながら、基底面積を上昇させていた。この結果は、調査期間を通して生残した個体の直径成長速度が高く、死亡により減少した基底面積分以上の基底面積を積み上げたことを意味する。

この傾向は調査区の直径階頻度分布図の変化で確かめることができる。直径階頻度分布図を見ると、すべての調査区で樹木が上の直径階に移動していることが確認できる(図—4から図—9)。

高崎山の基底面積の増加は、樹木の高い成長速度により支えられていることが明らかとなった。これ以外に、直径階頻度分布図から言えることも示しておきたい。

それは、いくつかの調査区では、小さいサイズの樹木個体数が低いことである。えさ場付近の調査区、低標高地の調査区、5 号入り口付近の電気柵外側および内側では、直径階 5—10cm の樹木の個体数が 30 本/400m² 以下で、一般的な森林と比べるととても小さい。これらの調査区は、個体密度が 2000 本/ha に達していないことを先に示している。

この直径階に入る樹木は、次の世代を作る可能性を秘めた、将来にとってとても大切は個体である。これらの個体数が少ないことは、注意すべきことであり、特にこれら 3 つの調査区が将来とも森林景観を維持するかを、しっかりとモニターリングし続ける必要がある。

死亡した樹種

1980 年代にエノキやムクノキが高崎山で大量枯死したように、樹種によってはニホンザルの影響に敏感なものがあるかもしれない。そこで、前回の調査時に、調査区に出現した個体を種ごとに分類し 調査期間中の死亡個体の割合を調べてみた。

この 20 年間の平均の生残率は 85% くらいだったので、生残率が 80% より低く、かつ調査開始時の個体数が 10 以上の樹種を探索した。

その結果、クロキ、シロダモ、ハマクサギ、アオキ、エゴノキ、クマノミズキ、コナラ、クヌギが該当した(図—10)。これらは、この 20 年間に平均より多く死亡した樹種であり、もしかするとニホンザルの影響をほかの樹種より強く受けているかもしれない。これら樹種については、特に注意して個体群動態を観察すべきである。

前回の 2016 年度の調査から 2020 年度の調査の間に枯死した樹種は何だろうか。

やはり、上述の樹種なのだろうか。

この疑問に答えるため、この 4 年間に死亡した樹木のみ注目し、枯死数を樹種ごとにまとめた。

すると、この 4 年間に多く枯死していたのは、アセビとヤブツバキがともに 8 本、ネズミモチとコナラがともに 6 本であり、これまでたくさん枯死してきた樹種が、引き続いて枯死したわけではなかった(図—11)。

これまでの傾向と異なった結果となったことに対して、いくつかの解釈が成立し得る。例えば、以前の調査までに多く枯死した樹種が、ニホンザルの影響によるものだとすれば、ニホンザルによる影響が弱まったことでニホンザル以外の要因による枯死が目立つようになったというものである。

とはいえ、結論付けるのは早急である。今後とも、枯死が多く発生する樹種がないかモニターリングし続けなければならない。

2016 年以降の 4 年間に枯死した木の中で最大のものは電気柵内側 8 号入り口付近の調査区のクスノキの幹直径 40cm の個体だった。

森林動態に注意が必要な電気柵内側 5 号入り口付近の調査区では、この 4 年間にわずか 4 本しか枯れておらず、劣化が進行しているわけではないことがわかった。ただ、その 4 本の中には幹直径 30cm のクマノミズキが含まれている。基底面積の増減には直径の大きな木が影響するので、やはり今後ともこの調査区を注視する必要がある。

ニホンジカの形跡

これまでの調査では観察されなかったことが、今回の調査ではあった。

ニホンジカの生息の痕跡である。

これが認められたのは電気柵内側 7 号入り口付近の森林だけだった。

この辺りには、ニホンジカの糞塊があり(写真 1)、オスジカが角を研いだ形跡もあった(写真 2)。なお、調査中にニホンジカを観察することはなかった。

新しい調査区

今回は新しく、ツバキ谷に調査区を設置した。調査区の面積は 400m² であり、基底面積は 53.5m²/ha、個体数は 1925 本/ha であった。

直径階頻度分布図を見ると、直径階 5—10 cm の樹木の個体数が 30 本/400m² 以下で、とても小さい(図—12)。これは、一般的な森林と比べてもかなり小さい値である。

ヤブツバキとクヌギが優占し、それ以外にはアラカシとタブノキ、クスノキが出現しただけの単純な森林だった。

なお、この辺りには調査中ずっと、イノシシが徘徊していた。

5. 摘要

- (1) ニホンザルが絶えず利用する高崎山の森林においては、ニホンザルによる森林利用が持続可能な方法で行われているかどうかを、森林をモニターリングすることで検証していくことが必要である。そこで、2021年3月8日から12日にかけて、大分市高崎山において樹木の死亡速度、直径成長速度および加入速度の決定のための野外調査を行った。この調査データを用いて、高崎山の森林の状況を、直径成長速度と死亡速度から診断した。
- (2) 森林の規模の指標として基底面積に注目した。基底面積は大きければ大きいほど森林が発達し、規模が大きいことを意味する。よく発達した森林での基底面積の値は、40から50m²/haくらいになることが多い。
- (3) 調査開始時(おおむね2000年)と今回の調査での基底面積を比べると、ほぼすべての調査区で基底面積の上昇が確認できた(例外として標高約200mに設置した電気柵内側の調査区、および電気柵外側7号入り口付近の調査区では微減した)。このことより、高崎山の森林は現在、その規模を拡大していることが確認できた。
- (4) 多くの調査区で基底面積が50m²/haを超えていて、高崎山の森林はとてもよく発達していることが示された。
- (5) 一方、基底面積を小さくさせていた標高約200mに設置した電気柵内側の調査区、および電気柵外側7号入り口付近の調査区の2021年の基底面積はそれぞれ、35m²/haと42m²/haであり、ほかの調査区と比べるとやや小さい。これら調査区は森林劣化の兆しが見えるため、このあたりの森林を特に注意して観察していく必要がある。
- (6) 個体数に目をやると、基底面積と反対に、ほぼすべての調査区で、調査開始時に比べて減少していた。
- (7) この傾向は、調査期間中に死亡した木の数と新たに調査対象に加わった木(新規加入個体と呼ぶ)の数の比較でも確かめられた。つまり、ほとんどの調査区では、新規加入個体が死亡個体より少なかった。
- (8) 基底面積を増加させながら個体数を減少しているのだから、森林はうっぺいしながら森林の規模を増加させていると考えられる。すなわち、自然間引きと呼ばれる現象である。よく発達した森林での個体数は1500本から2000本/haくらいになることが多い。一方、高崎山では2000本/haを超える高密度の調査区が多いので、今後しばらくは、個体数の減少傾向は続くだろう。
- (9) 新規加入個体が少ないにもかかわらず、基底面積が増加しているのだから、基底面積の増加は調査期間中に生存し続けた個体の成長によりもたらされたことになる。つまり、樹木の生長具合はよいと考えられる。

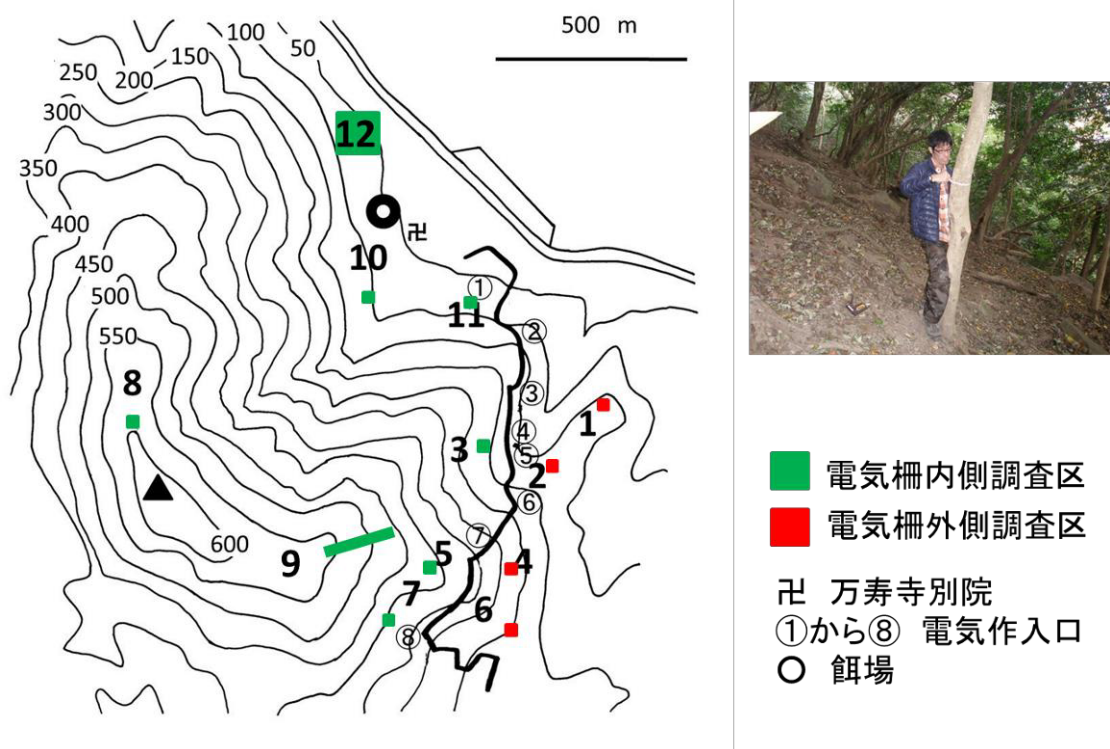
- (10) 一方、標高 200m以下に設置した調査区では、小さいサイズの樹木(直径階5-10cm)の個体数が少なかった。この直径階に入る樹木は次の世代を作る可能性が高く、将来の持続的森林維持のために重要である。これらの森林が滞りなく更新を進められるか注意が必要である。
- (11) これまでに、高崎山では樹木の死亡速度が上昇すると、森林は急速に劣化していくことが明らかにされている。今回の結果では、高い死亡速度の調査区は見つからなかった。

まとめ

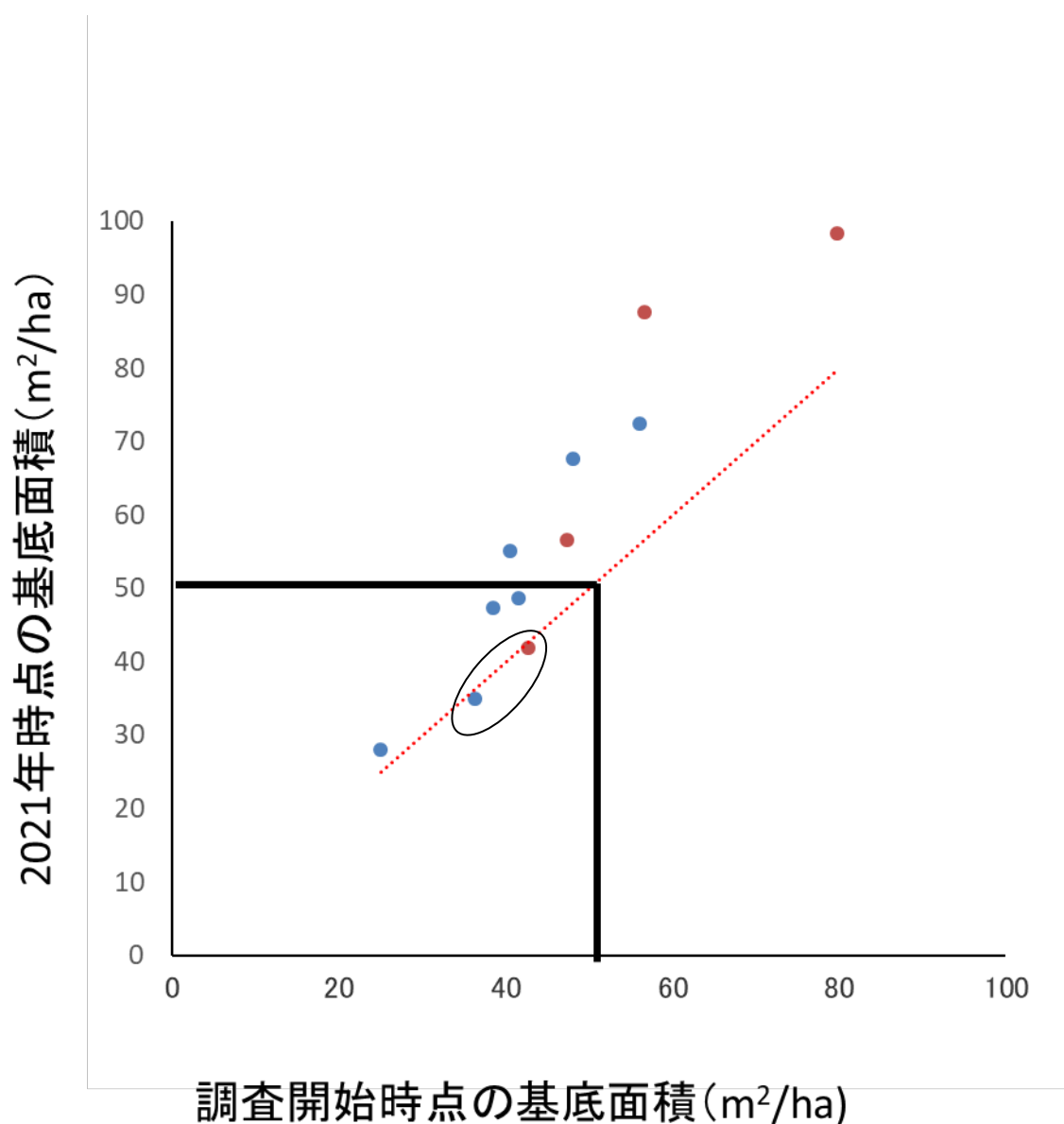
今回の調査は、ニホンザルが高崎山の森林に与えている影響について評価することが目的だった。以上の結果を勘案すると、ニホンザルが森林に与える影響は許容範囲内にあり、高崎山の森林は劣化の過程には無いと言える。ただし、繰り返しになるが、基底面積が減少した森林や、小さいサイズの個体数が少ない森林は、今後、森林が劣化しないか特に注意して観察することが必要である。

表一1 高崎山に設置された森林調査点の概要

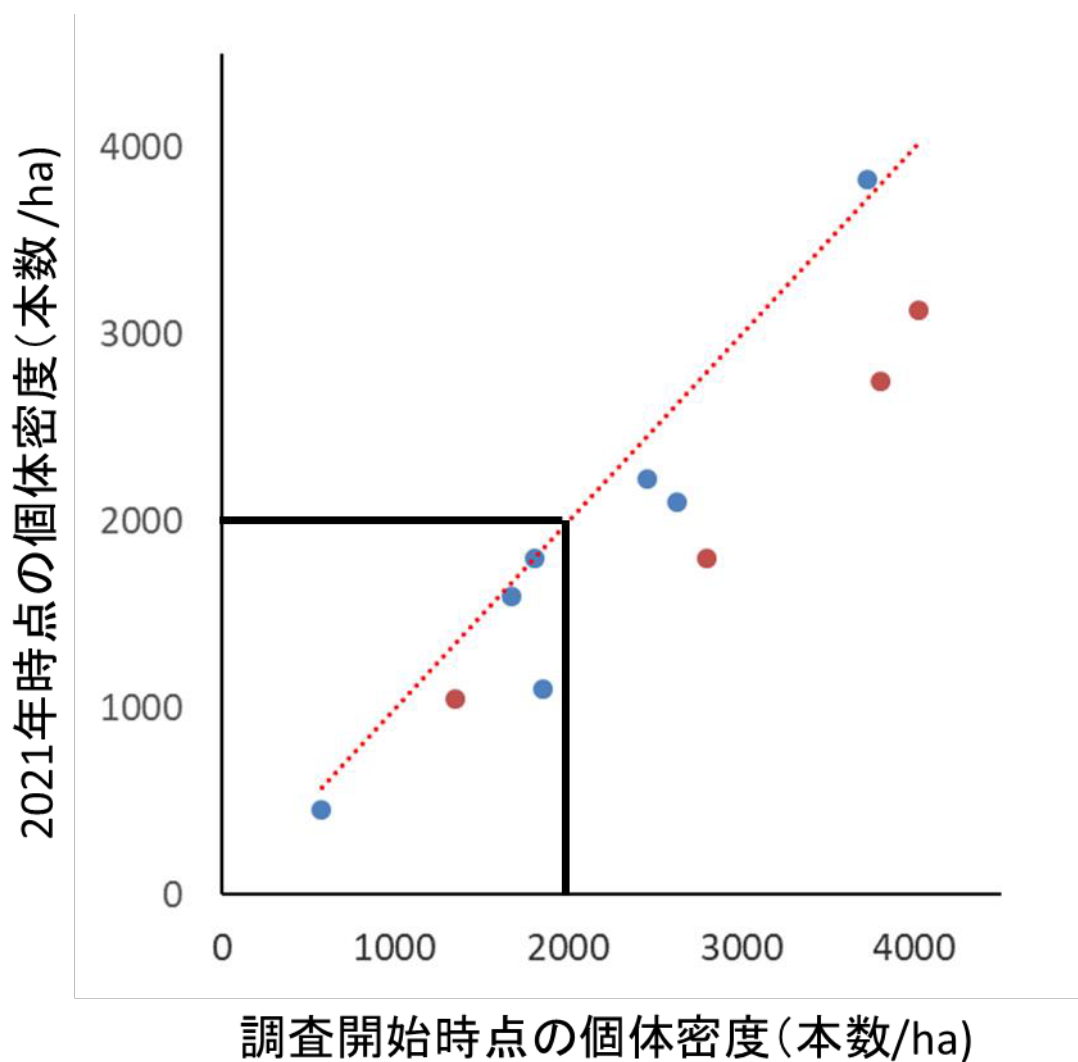
電気柵外/内	場所	立地	標高(m)	調査面積 (m ²)	設置年	番号 (図 1 に対応)	植生
電気柵外側	5号入口	尾根	170	400	2000	1	タブノキが主体の常緑樹林
	5号入口	斜面	220	200	2002	2	クスノキが主体の常緑樹林
	7号入口	斜面	360	100	2002	4	イヌシデが主体の落葉二次林
	8号入口	斜面	330	400	2002	6	イヌシデが主体の落葉二次林
電気柵内側	餌場付近	平地	150	400	2006	10	スギなどの植林地
	低標高地	斜面	150	400	2006	11	クスノキの植栽跡地
	5号入口	尾根	220	400	2002	3	クスノキが主体の常緑樹林
	7号入口	斜面	360	400	2006	5	クヌギが主体の落葉二次林
	8号入口	斜面	350	400	2002	7	イヌシデが主体の落葉二次林
	山頂付近	尾根	400-500	400	2004	8	クヌギの植林地
	山頂	山頂	600	400	2000	9	コナラ、アカガシ、アセビ が主体の常緑落葉混交林
	ツバキ谷	平地	100	400	2021	12	クヌギ、ヤブツバキ、クスノキ、アラカシ、 タブノキが出現。



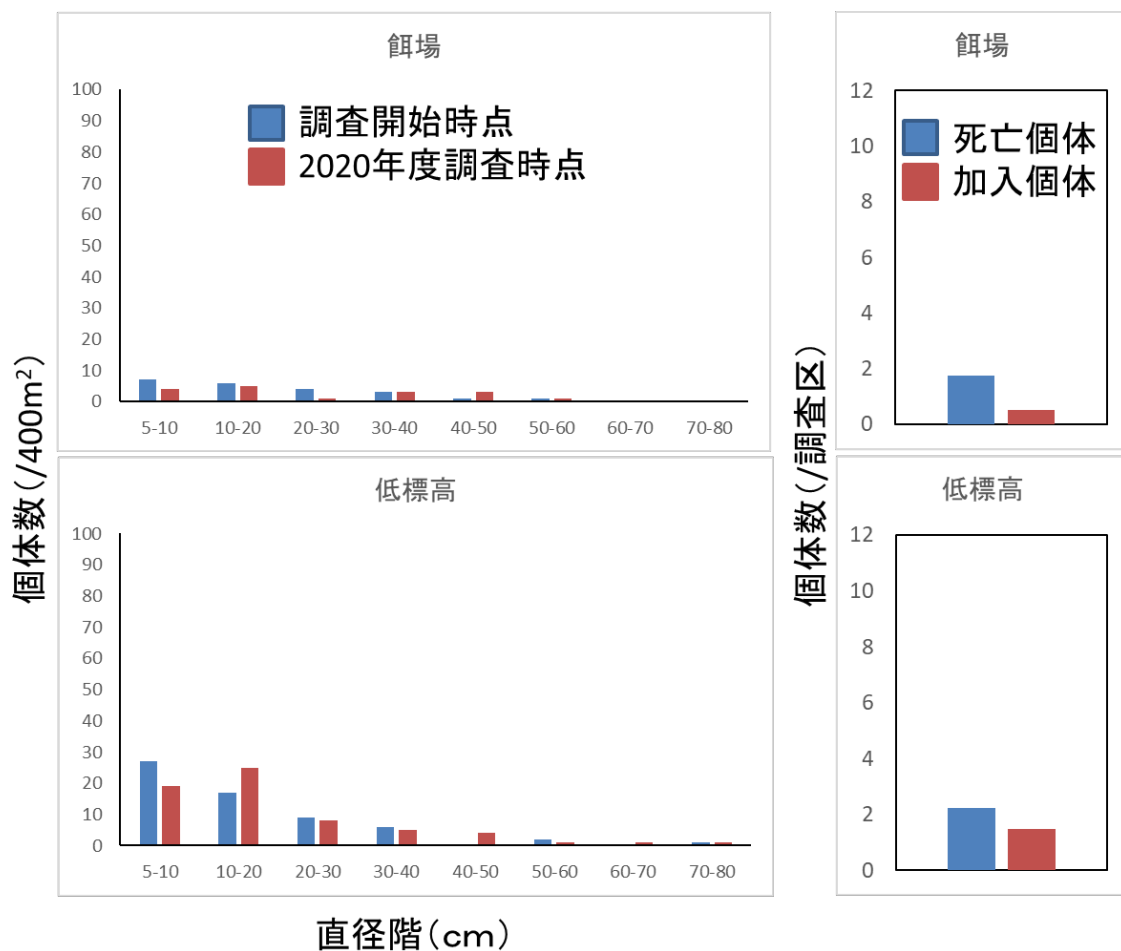
図一1 高崎山に設置した12個の調査区の位置。太字の数字が調査区の位置を示し、数字は、表1に対応している。○に囲まれた数字は電気柵の入り口の番号を示す。◎は餌場の位置を、卍は万寿寺別院の位置を示す。12番は今回の調査で設置したツバキ谷の調査区。



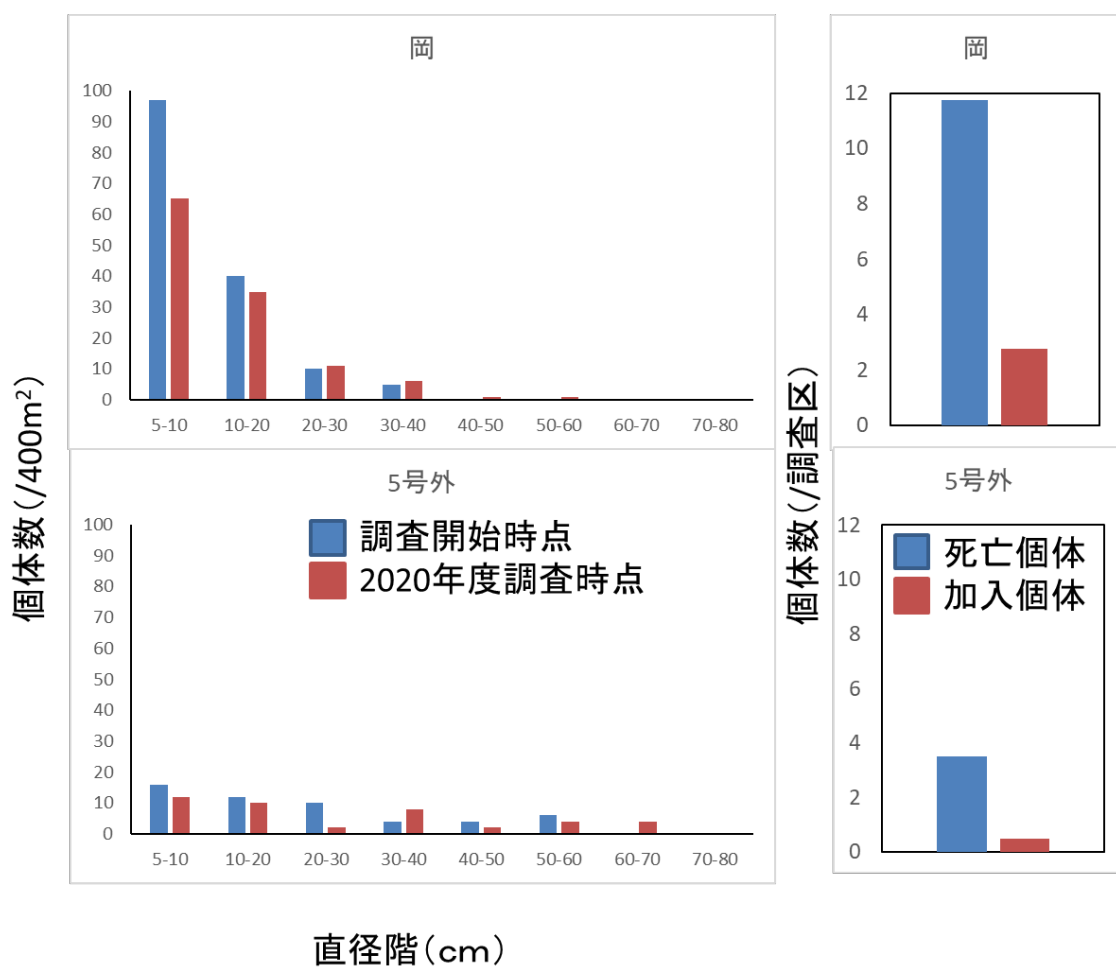
図一2 高崎山に設置した11個の調査区の調査開始時点と2021年の基底面積の関係。赤の点線は $Y = X$ を示す。青い丸は電気柵内側の、赤い丸は電気柵外側の調査区を示す。楕円で囲まれた2つの調査区は基底面積が調査開始時よりも減少した調査区を示す。 $X = 50$ と $Y = 50$ が、黒い実線により示されている。



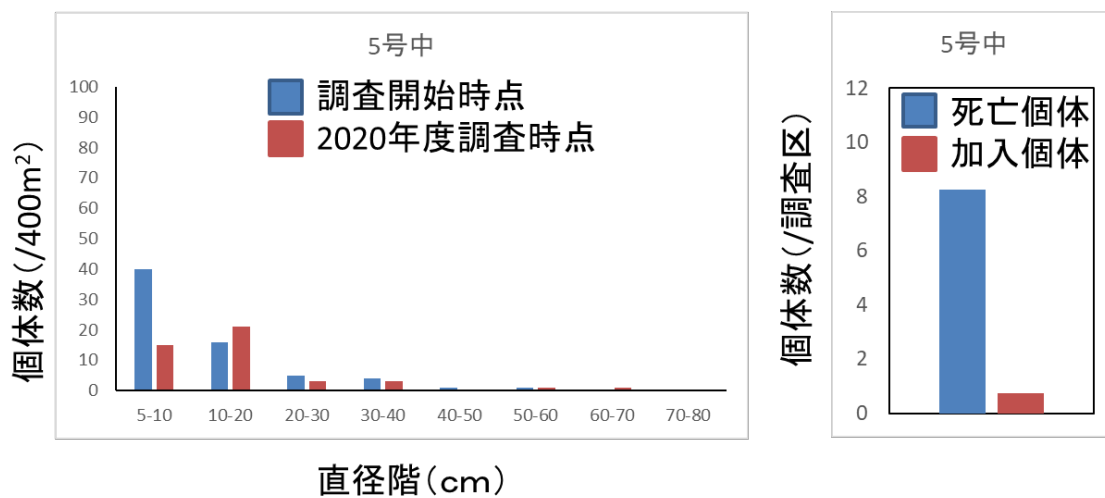
図一3 高崎山に設置した11個の調査区の調査開始時点と2021年の個体数の関係。赤の点線は $Y = X$ を示す。青い丸は電気柵内側の、赤い丸は電気柵外側の調査区を示す。 $X = 2000$ と $Y = 2000$ が、黒い実線により示されている。



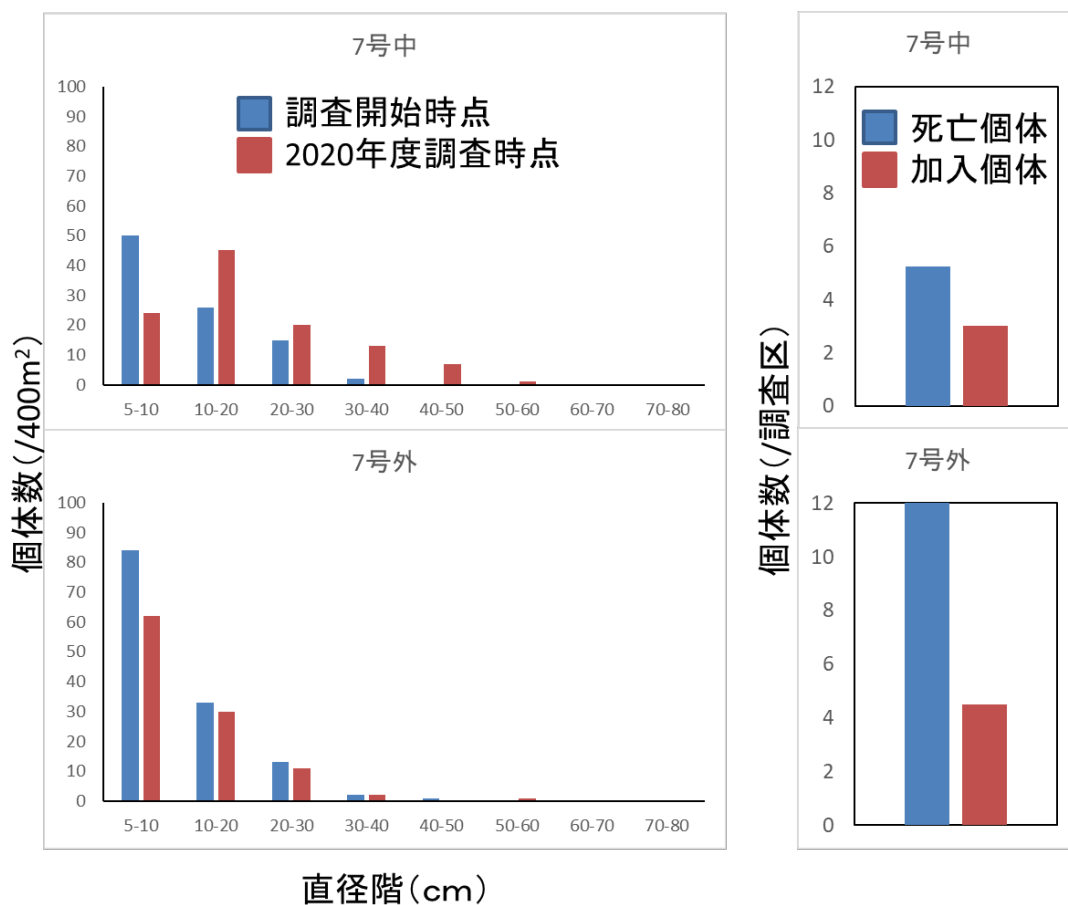
図—4 高崎山に設置した電気柵内側えさ場付近と低標高地の調査区の直径階頻度分布図と、調査期間中の死亡個体数と加入個体数。これらのどちらの調査区も、直径階5－10cmの頻度が、非常に低い。



図—5 高崎山に設置した電気柵外側 5 号入り口付近の調査区の直径階頻度分布図と、調査期間中の死亡個体数と加入個体数。下の頻度分布図に示された調査区の直径階5—10cmの頻度が、非常に低い。



図ー6 高崎山に設置した電気柵内側 5 号入り口付近の調査区の直径階頻度分布図と、調査期間中の死亡個体数と加入個体数。頻 2020 年の直径階5－10cmの頻度が、非常に低い。



図ー7 高崎山に設置した電気柵内側と外側、7号入り口付近の調査区の直径階頻度分布図と、調査期間中の死亡個体数と加入個体数。電気柵内側の2020年の直径階5-10cmの頻度が、非常に低い。

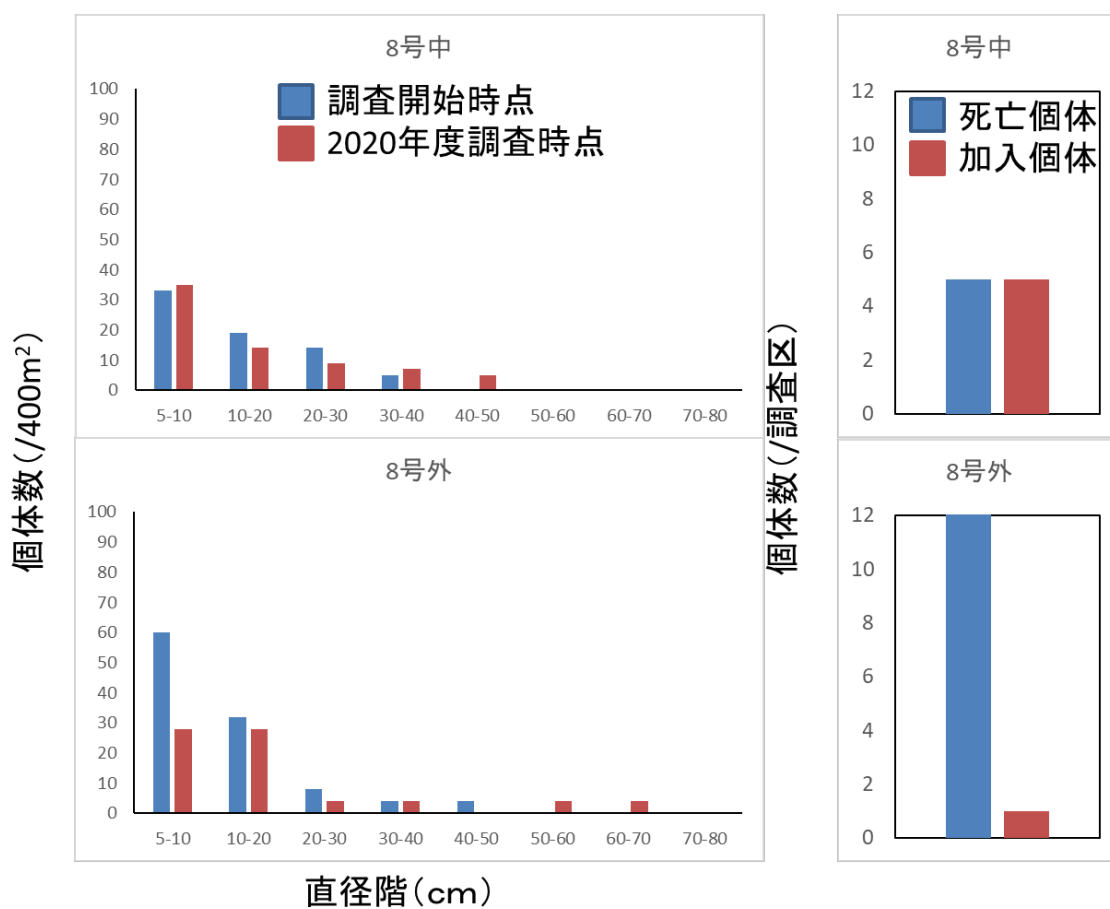


図-8 高崎山に設置した電気柵内側と外側、8号入り口付近の調査区の直径階頻度分布図と、調査期間中の死亡個体数と加入個体数。電気柵外側の2020年の直径階5-10cmの頻度が、非常に低い。

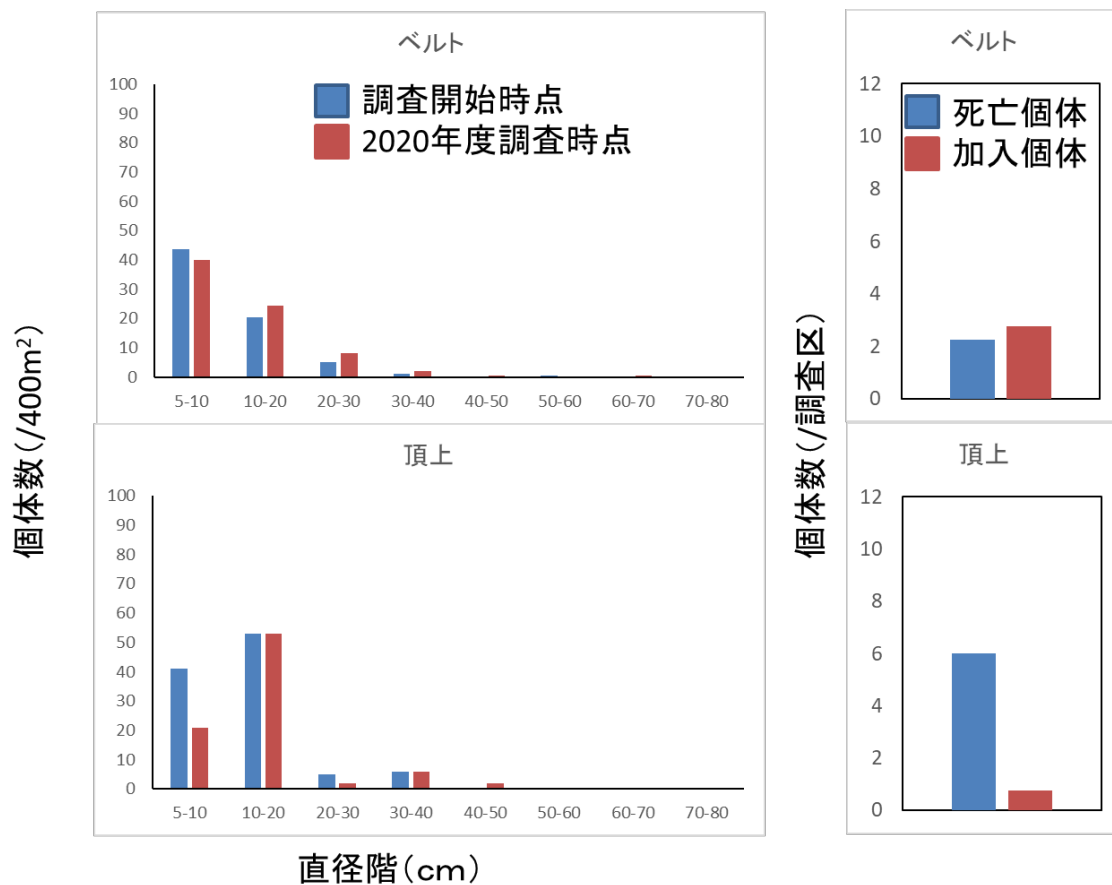
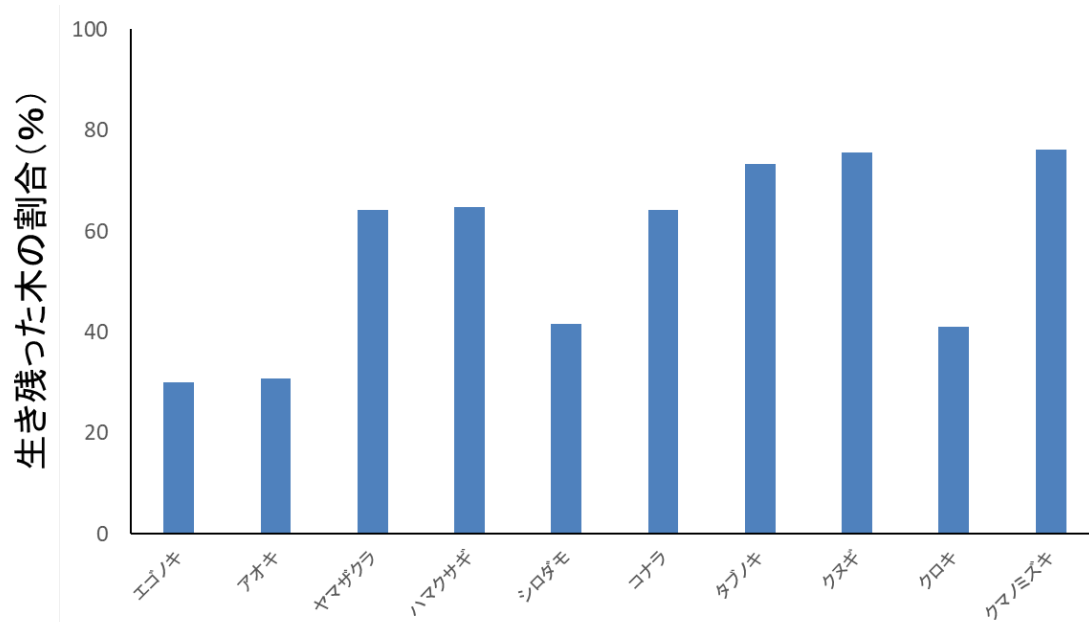


図-9 高崎山に設置した電気柵内側頂上付近の調査区の直径階頻度分布図と、調査期間中の死亡個体数と加入個体数。



図—10 20年間の調査期間中に枯死した木の割合が多い樹種の生残率。調査区全体では、生残した個体の割合は85%ほどである。この図では、生残率が80%より低く、かつ調査開始時の個体数が10以上の樹種を示している。

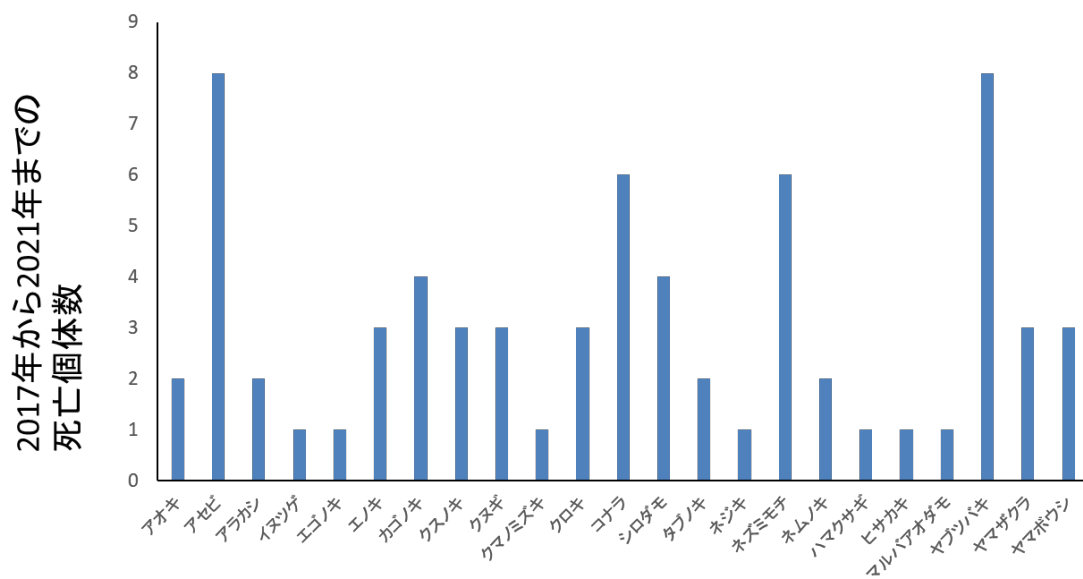


図-11 前回の調査からの4年間に枯死した個体の樹種別の数。アセビ、コナラ、ネズミモチ、ヤブツバキが多く枯死した。

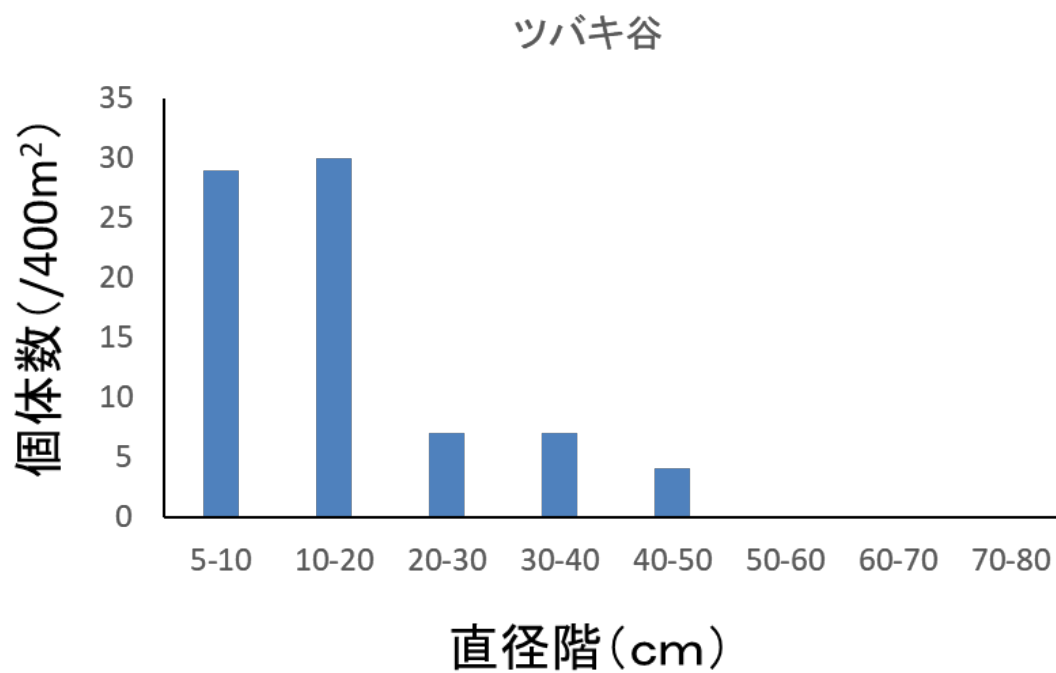


図-12 新しくツバキ谷に設置した調査区の直径階頻度分布。直径階5-10cmの頻度が非常に低い。



写真1 高崎山電気柵内側 7 号入り口付近で見られたニホンジカの糞塊



写真2 高崎山電気柵内側 7 号入り口付近で見られたニホンジカの角砥跡