

要 約

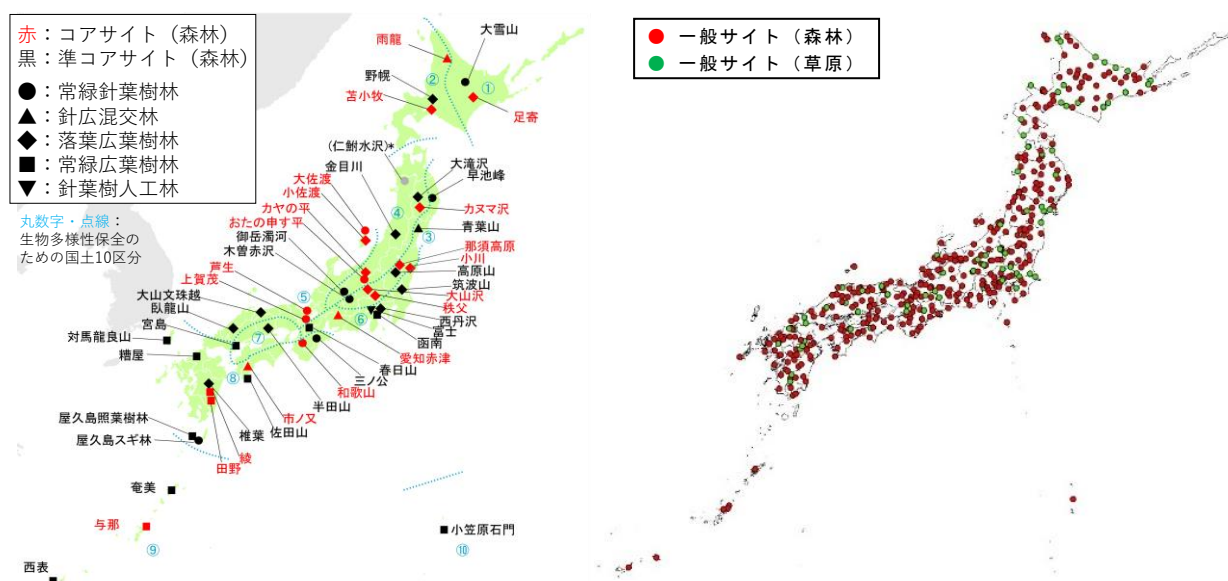
本調査は、全国の森林・草原生態系の状態を統一的な手法で長期的かつ定量的にモニタリングすることにより、種の増減、種構成の変化などを検出し、適切な生物多様性保全施策に資することを目的とする。2004 年より、全国の研究者、NPO、市民調査者などの多様な主体の協力の下、調査を継続している。5 年を 1 期として調査結果をとりまとめ、全国的な変化傾向等を分析しており、本報告書は第 4 期の報告となる。調査マニュアル、報告書及び調査データは、原則としてすべてウェブサイト上で公開している。

1. 森林・草原生態系の指標生物群

- 森林・草原生態系の変化を把握するための指標となる生物群として、樹木、地表徘徊性甲虫、及び鳥類を選定した（第 1 章）。

2. サイト配置状況

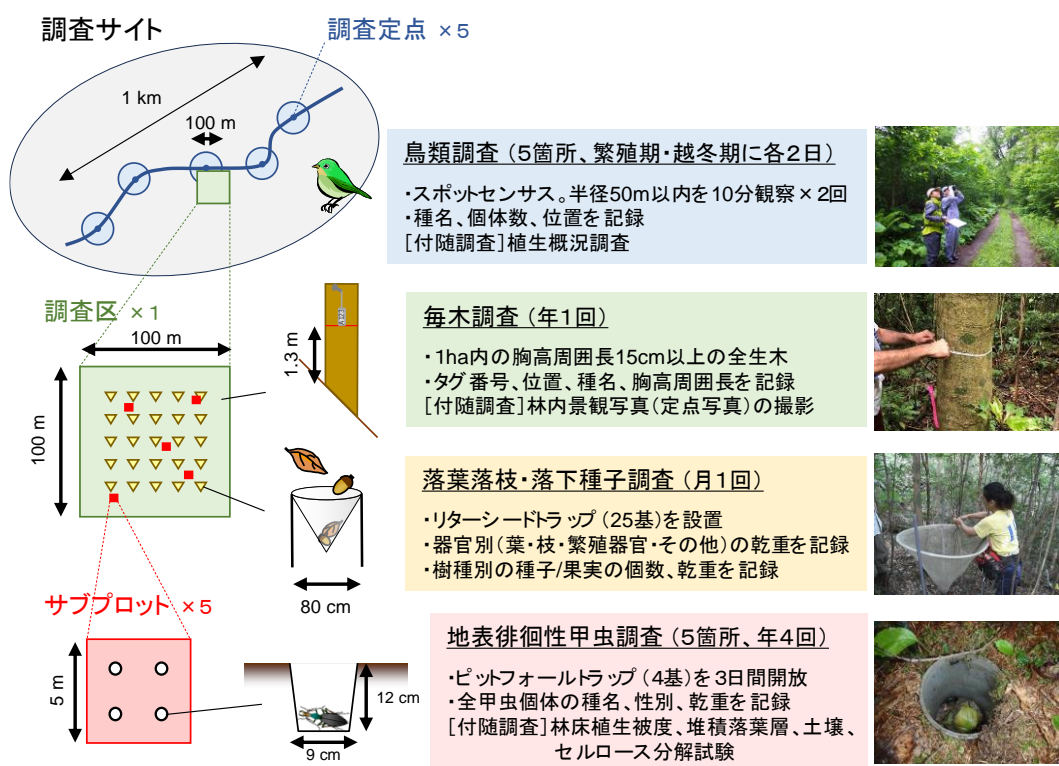
- 調査頻度や調査項目に強弱をつけた 3 タイプの調査サイト(コア・準コア・一般サイト)を、日本の代表的な森林タイプ及び気候帯を網羅するように概ね全国均一に配置した（第 2 章）。



サイトタイプ	サイト数	調査頻度	調査項目	主な調査者	特徴
コア	森林：20	毎年	鳥類、毎木 落葉落枝・落下種子 地表徘徊性甲虫	研究者、技術者等 ※大学演習林や研究機関の長期観測サイト等	研究者を中心に、主として天然成熟林における生態系変化を、総合的・集中的に調査。
準コア	森林：28	5 年ごと	鳥類、毎木		
一般	森林：344 草原：78	5 年ごと	鳥類	市民調査員等	幅広い環境を含む広域多地点の調査により、鳥類の分布変化等を把握。

3. 調査方法

- 各指標生物群について定量的・統一的な調査マニュアルを策定した。
- 各調査サイトに1 km程度の調査ルートを1本設定し、そのルート上に鳥類調査用の定点を5か所設定した。コアサイト・準コアサイトでは100m四方程度の毎木調査区を1か所（一部のコアサイトでは複数か所）設定し、コアサイトではその内部に落葉落枝・落下種子調査用のトラップを25基設置し、地表徘徊性甲虫調査用のサブプロットを5か所設定した。
- コアサイトでは毎年すべての調査項目を、準コアサイトでは概ね5年ごとに鳥類調査と毎木調査を、一般サイトでは概ね5年ごとに鳥類調査を実施した（第3章）。



4. 森林・草原生態系の現状と課題及び解析の方向性

- 現在、様々な環境変化に晒されている日本の森林・草原生態系の現状とその動向を把握するため、“生物多様性の4つの危機”との関係を整理した上で、
 - 気候変動（第4の危機）
 - 人による自然への働きかけの縮小・撤退（第2の危機）
 - 外来種（第3の危機）
 - 開発などの人間活動の影響（第1の危機）
- について、各々の影響による変化傾向を把握するための解析を行った（第4章）。

5. 森林・草原生態系の変化状況

(1) 気候変動

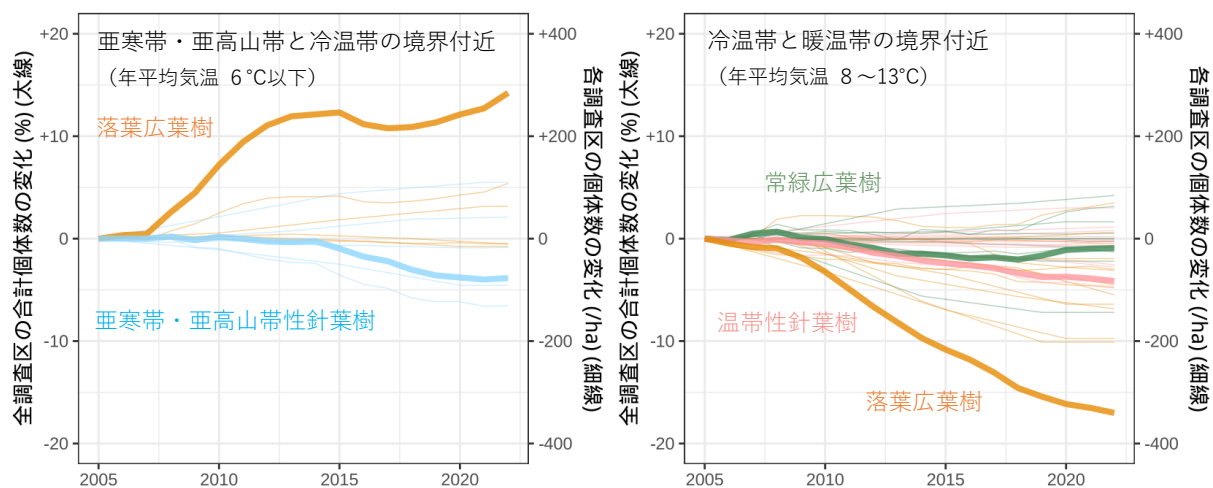
- 樹木・地表徘徊性甲虫・鳥類ともに、全国的により温暖な地域の群集構成に近づく傾向が見られた。甲虫と鳥類では特に亜高山帯や冷温帯の森林で傾向が明瞭であった。
- 樹木・地表徘徊性甲虫・鳥類のうち出現サイト数の多い主な種の一部で、低温な地域への分布の移動を示唆する個体数変化（その種の分布域中の低温な地域での個体数増加や高温な地域での個体数減少）が見られた。鳥類では、外来種を除いて広域に渡って個体数の増加傾向が見られた種はなかった。
- 樹木の成長は気温の高い年ほど大きい傾向があり、森林樹木への炭素蓄積は、成熟林も含めて全国的に増加傾向にあった。一方でセルロース分解速度は全国的に低下傾向にあることから、森林生態系全体への炭素蓄積も増加傾向にあることが示唆された。ただし、亜熱帯島嶼の発達した森林では台風攪乱による地上部現存量の低下が進んでいた。
- 冷温帯林の鳥類の繁殖時期（さえずり時期、巣立ち時期）は、春の気温と相関が高く、一部の種で温暖化の進行による繁殖時期の早期化が予測された。

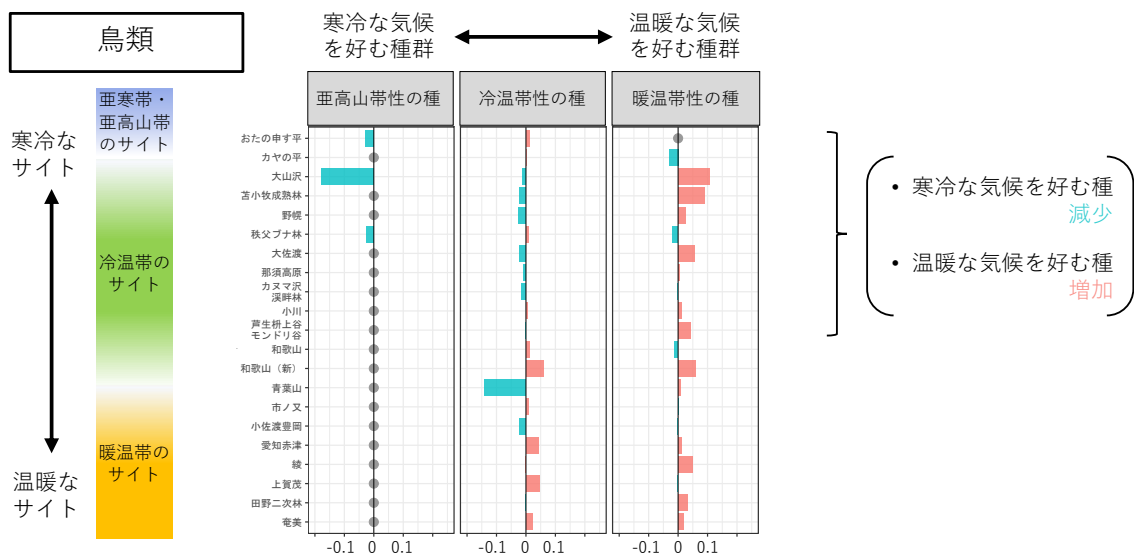
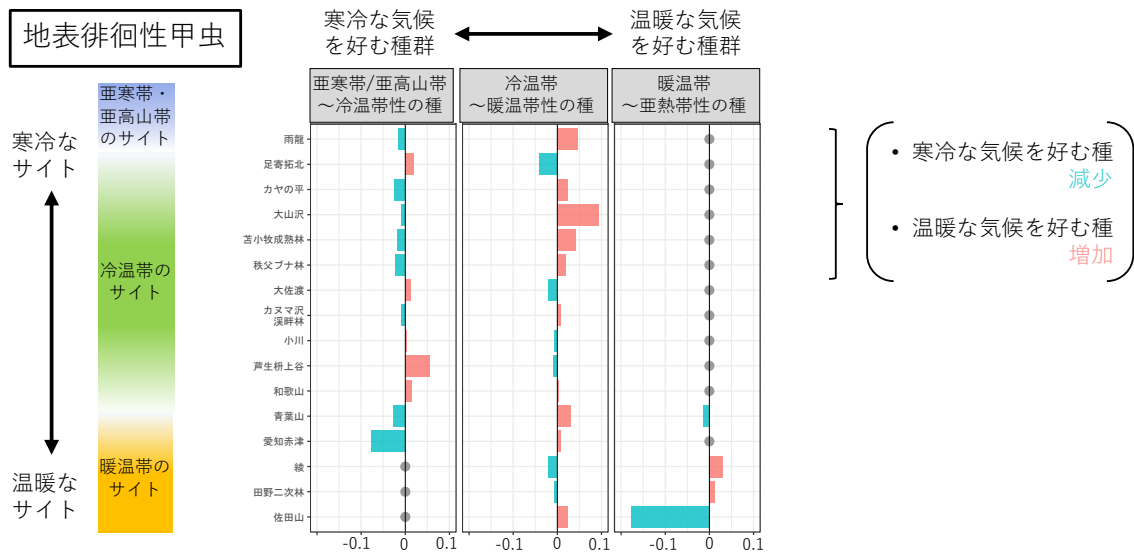
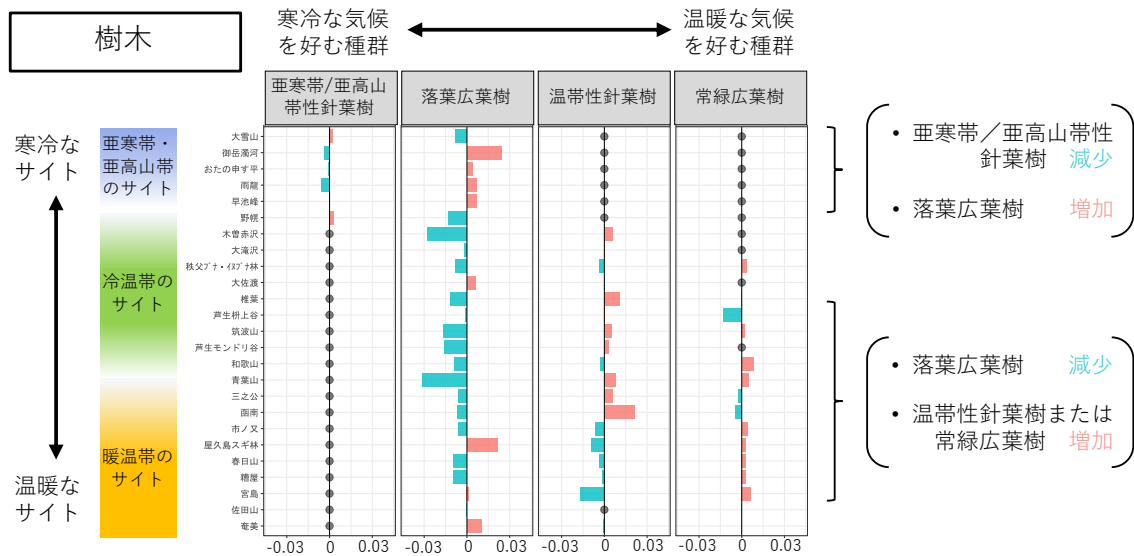
1) 分布・種構成・個体数の変化

① 群集構成の変化

- 各指標生物群において、群集構成が温暖な地域の構成に近づく傾向（群集の好熱化）が見られた（結果の詳細については p. 53、63、82 を参照）。樹木では全国的に、地表徘徊性甲虫と鳥類では特に寒冷な亜高山帯や冷温帯のサイトでその傾向が見られた。

2005年を基準とした樹木の生活形別の個体数の推移





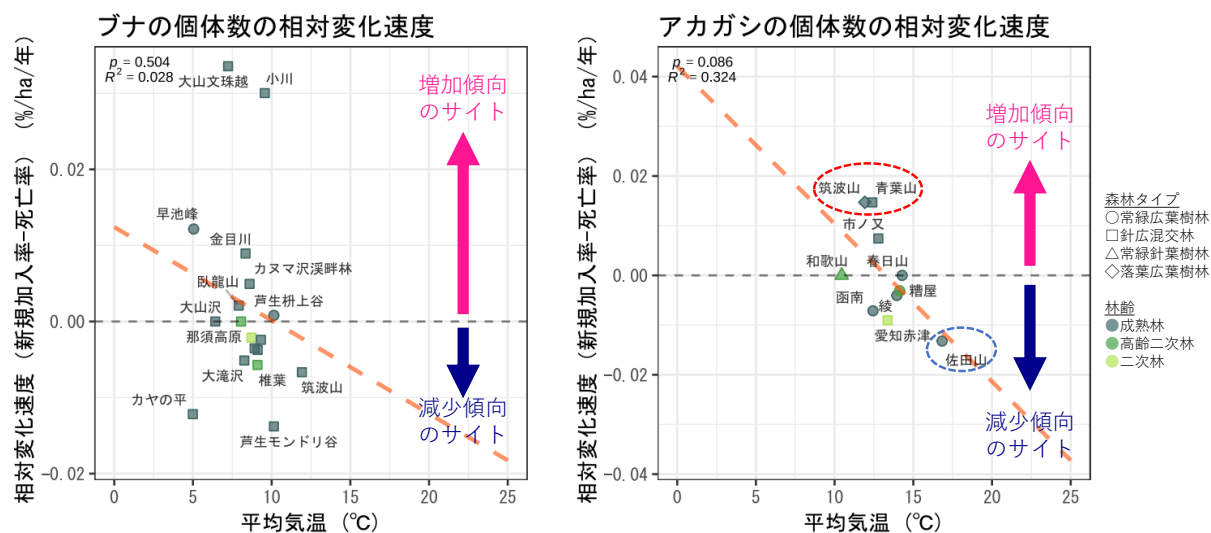
各種群の個体数割合の変化の指標
(各種群の個体数変化速度-群集全体の個体数変化速度)

■ 減少 ■ 増加
● 出現しない/出現頻度が低い

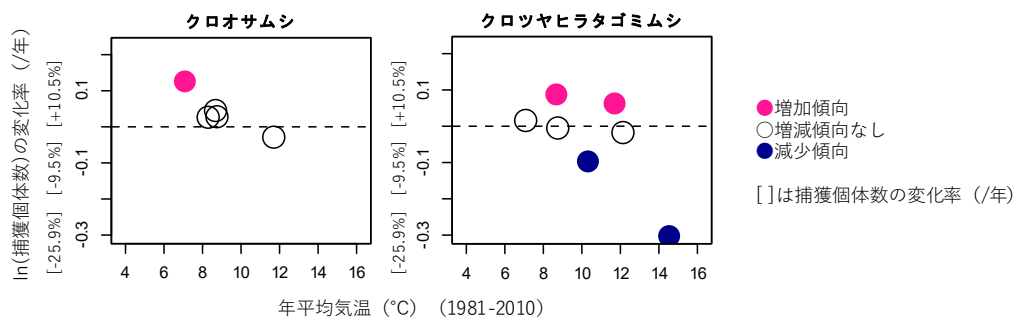
② 主な種の分布・個体数の変化

各指標生物群の主要な種について、温暖化の影響を示唆するような個体数の増減傾向（種の分布域中の低温の地域における増加や、高温の地域における減少）の有無を確認した。

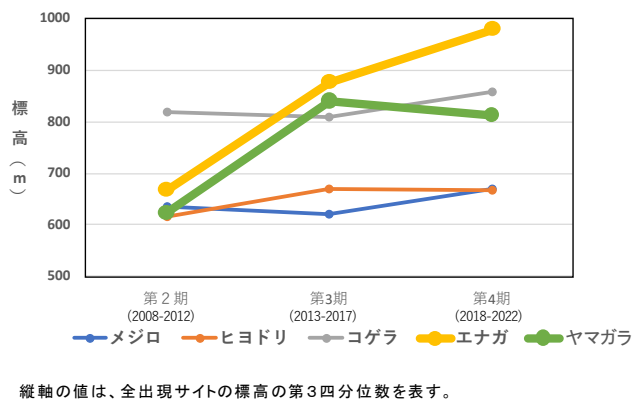
- ・樹木： ブナとアカガシの個体数（幹数）には、冷涼なサイトほど増加が強く、温暖なサイトほど減少が強いという、年平均気温に対して直線的かつ統計的に有意な傾向は見られなかった（p. 58）。ただし、アカガシは分布北限や標高上限に近いサイトで増加傾向が見られ（下図赤丸）、最も気温の高いサイトで最も減少傾向が強かった（下図青丸）。



- ・地表徘徊性甲虫： 複数サイトで優占する8種のうち、クロオサムシは寒冷なサイトで増加傾向、クロツヤヒラタゴミムシは温暖なサイトで減少傾向を示した（p. 63）。



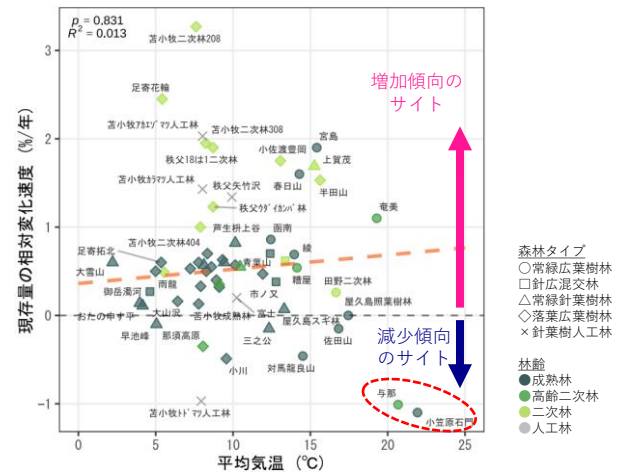
- ・鳥類（一般サイト）： 本州中北部日本海側において、主な暖地性種5種のうち、エナガとヤマガラで分布標高が第2期と比べて大きく上昇していた（p. 82）。出現サイト数の多い主な種の広域的な変化傾向として、増加傾向を示したのは中部・西日本のソウシチョウ（外来種）のみで、在来種はすべて増減傾向なしか減少傾向を示した（p. 77）。



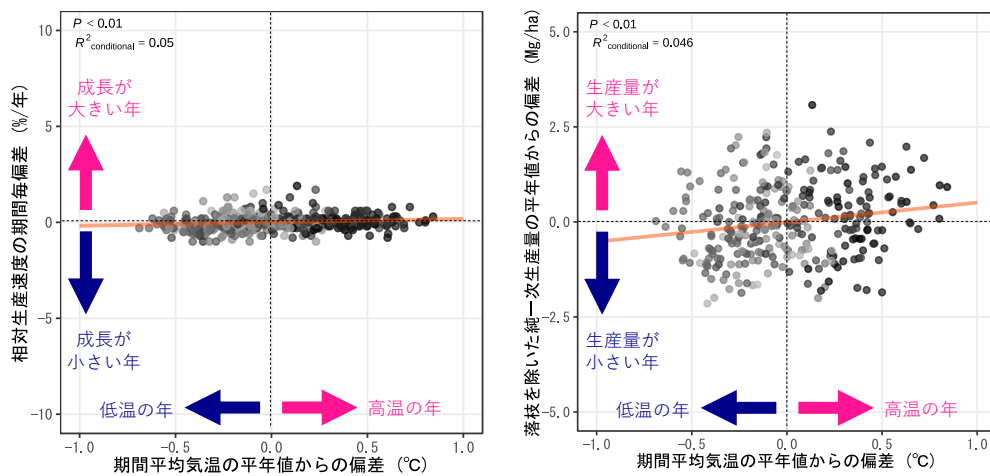
2) 森林の構造・機能の変化

① 樹木の地上部現存量・生産量と気温の関係

- ・地上部現存量は、若齢の二次林だけでなく、高齢二次林や成熟林も含めて全国的に増加傾向であった (p. 91)。
- ・一方、亜熱帯島嶼のサイト (与那、小笠原石門) では、台風攪乱により地上部現存量が大きく減少した (右図赤丸、p. 91、125)。



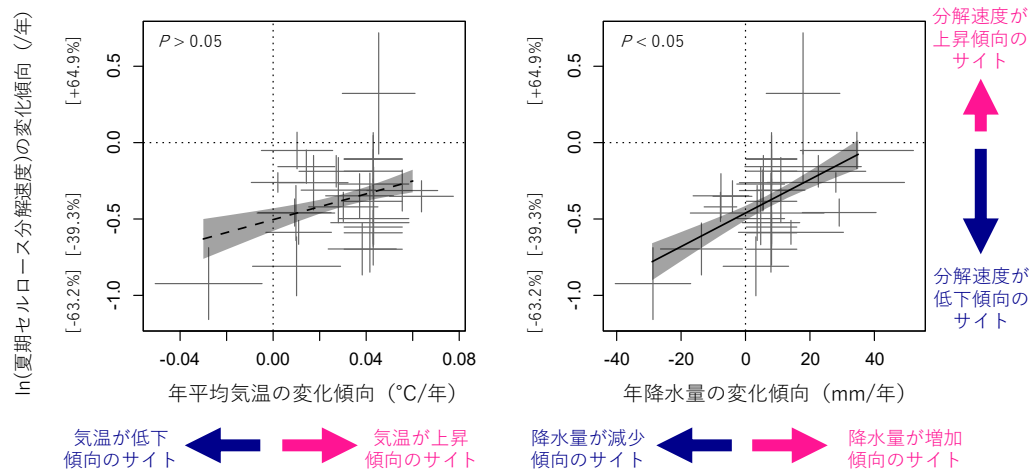
- ・気温が高い年ほど、地上部の成長、純一次生産量ともに大きい傾向にあった (p. 91、98)。



② 堆積落葉量・土壌炭素濃度・セルロース分解速度と気温・降水量の関係

- ・多くのサイトで夏期・冬期のセルロース分解速度が低下しており、その傾向は年間降水量が減少傾向のサイトほど顕著であった (p. 103)。

[]は分解速度の変化率 (1/年)

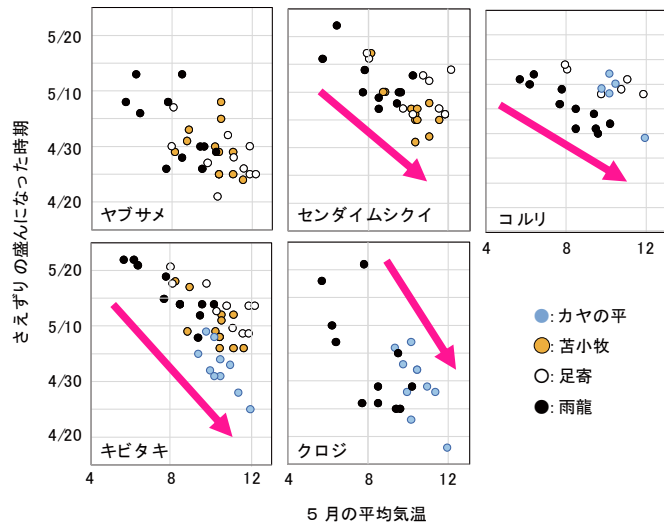


- ・堆積落葉量・土壌炭素濃度の変化傾向と、気温・降水量の変化傾向の間には有意な関係は見られなかった (p. 103)。

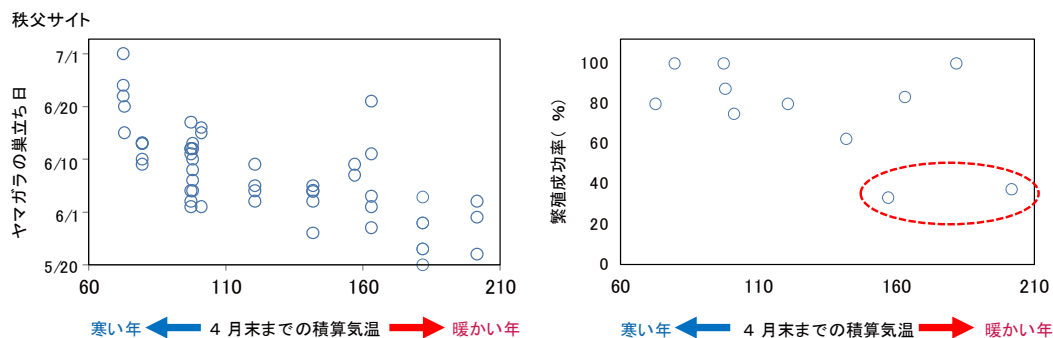
3) 季節性の変化

① 鳥類の繁殖時期の変化（コアサイト）

- ・北海道・本州の寒冷な4サイトでは、5月の平均気温が高い年ほど、夏鳥のさえずりが活発になる時期が早くなる傾向があった。分析した5種中、ヤブサメを除く4種で統計的に有意な傾向がみられた（p. 117）。

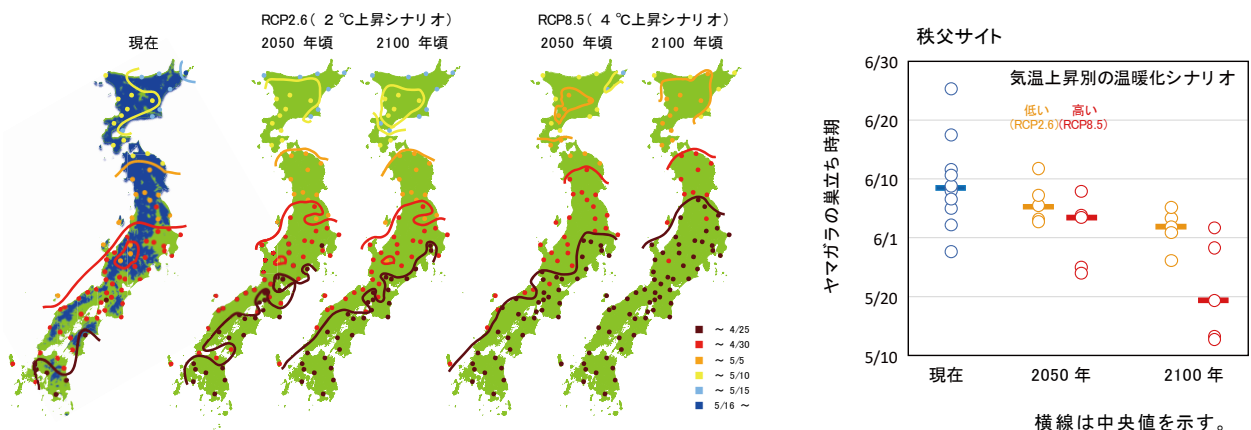


- ・秩父サイトでヤマガラ（ヤマガラ）の巣立ち時期と繁殖成功率を調査した結果、1月1日から4月末までの積算気温が高い年ほど巣立ち日が早まる傾向があった。積算気温の高い年の中には、繁殖成功率が低い年があった（下図赤丸、p. 117）。



② 鳥類の繁殖時期の変化予測（コアサイト）

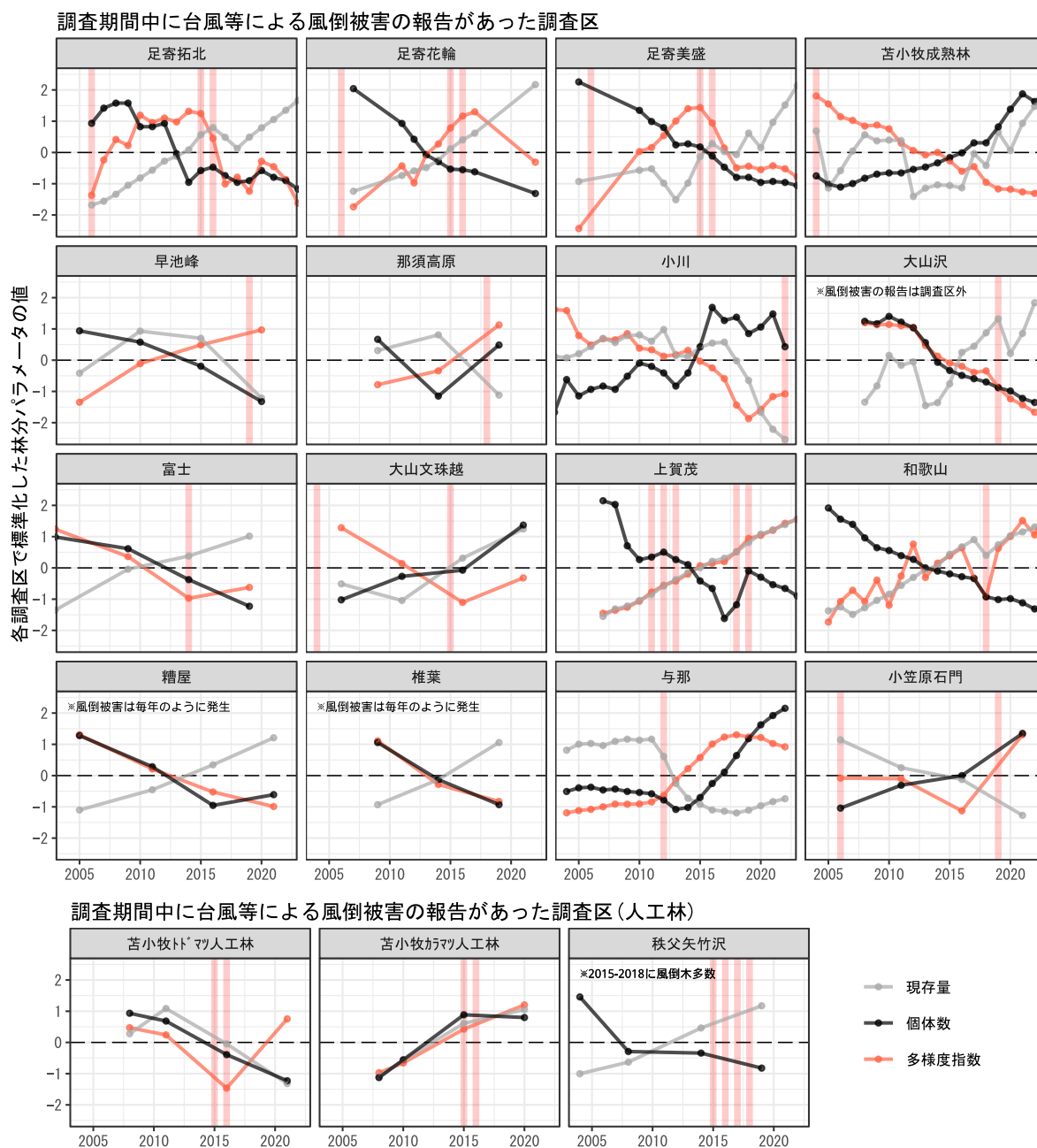
- ・①で見られた鳥類の繁殖時期と気温との関係から、2100年頃までにキビタキのさえずりが全国的に5日程度早まり、秩父サイトのヤマガラ（ヤマガラ）の巣立ちが20日程度早まる可能性がある（p. 120）。



冷涼な気候の地域（地図中青塗り）における現在の気温及びさえずり時期の観測データと、日本国内の気温の将来予測値のみを基に、キビタキのさえずりが活発になる時期の変化を予測した。

4) 台風攪乱の影響

- ・島嶼部の発達した亜熱帯林（与那・小笠原石門サイト）では、大規模な台風攪乱による地上部現存量の低下が見られた（p. 125）。
- ・北海道や本州北部の寒冷な森林（早池峰・苫小牧サイト）では、台風や大型低気圧による針葉樹の被害が見られたが、広葉樹も同程度に減少しており針葉樹から広葉樹への転換が進むかは今後の状況を確認する必要がある（p. 125）。



赤縦線は台風等による風倒被害の報告のある時期を示す。

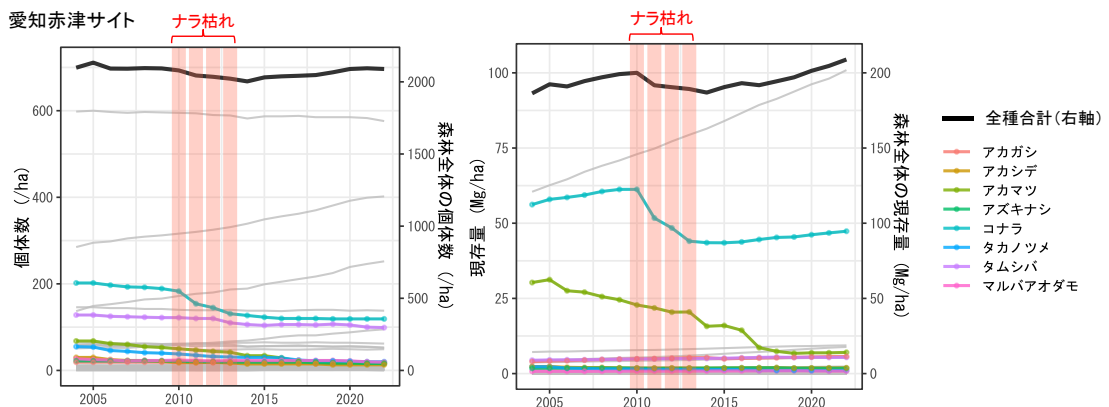
(2) 自然に対する人間の働きかけの縮小・撤退による生物間相互作用の変化

- 大規模なマツ枯れ・ナラ枯れが発生した二次林では、長期的な樹木構成の変化が続いており、下層植生を利用する鳥類の個体数減少や、地表徘徊性甲虫の捕獲個体数の大きな変動が見られた。
- ニホンジカ（以下、「シカ」という）の増加による生態系への影響（林床植生の衰退等）が確認されているサイトの多くでは、樹木の成長が速い一方で更新は遅い傾向があり、下層植生を利用する鳥類で個体数の減少が見られた。
- イノシシによる地表攪乱が顕著なサイトでは、地表徘徊性甲虫の個体数変動への影響は認められなかったが、林床植生被度や、堆積落葉層及び表層土壌の窒素濃度は低下する傾向が認められた。
- イノシシの生息するサイトでは、地上営巣性鳥類の一部で、個体数が減少していた。
- 樹林の占める割合が大きいサイトほど、森林性鳥類の種数・個体数が多く、草原性鳥類の種数・個体数が少ない傾向が見られ、今後、草原サイトで樹林化が進んだ場合、鳥類の種構成に大きな影響が及ぶことが示唆された。

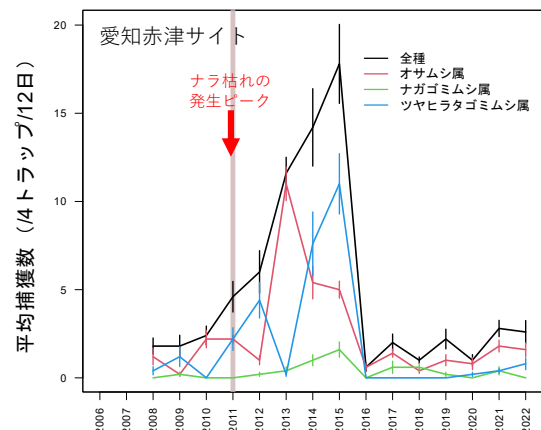
1) 二次林の利用の縮小に関する病虫害の発生

① ナラ枯れの影響

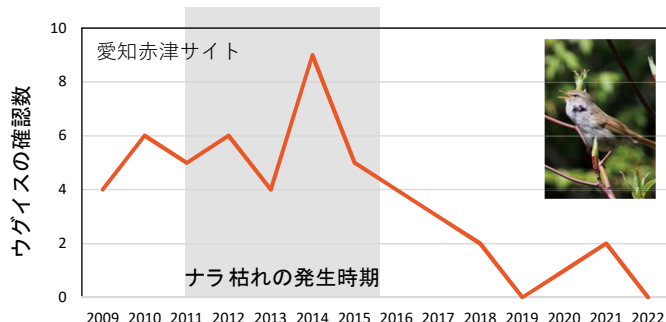
- ・ 樹木： モニタリング開始後または直前に大規模なマツ枯れ・ナラ枯れが発生した愛知赤津・小佐渡・田野の二次林サイトでは、長期的な樹木構成の変化が続いていた（p. 132）。



- ・ 地表徘徊性甲虫： 愛知赤津サイトでは、ナラ枯れ後の捕獲個体数の増加、急減の後、再び増加傾向が見られた（p. 135）。



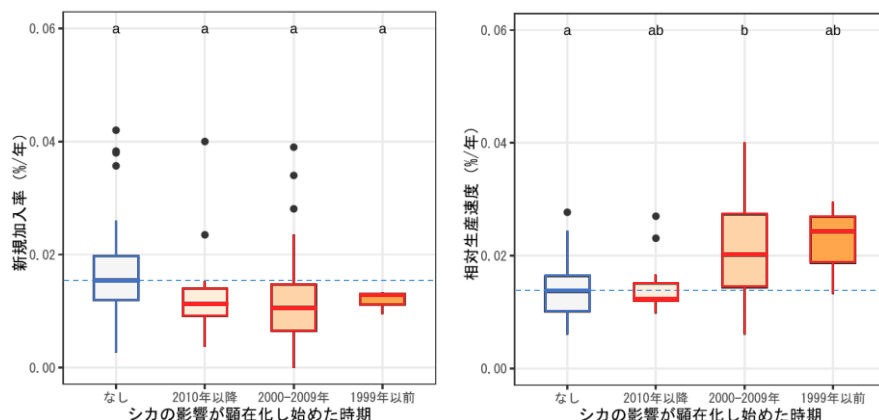
・鳥類（コアサイト）： 愛知赤津サイトでは、ナラ枯れ後に下層植生の被度及び下層植生を利用するウグイス個体数の減少傾向が見られた（p. 137）。



2) シカ・イノシシの生息状況の変化

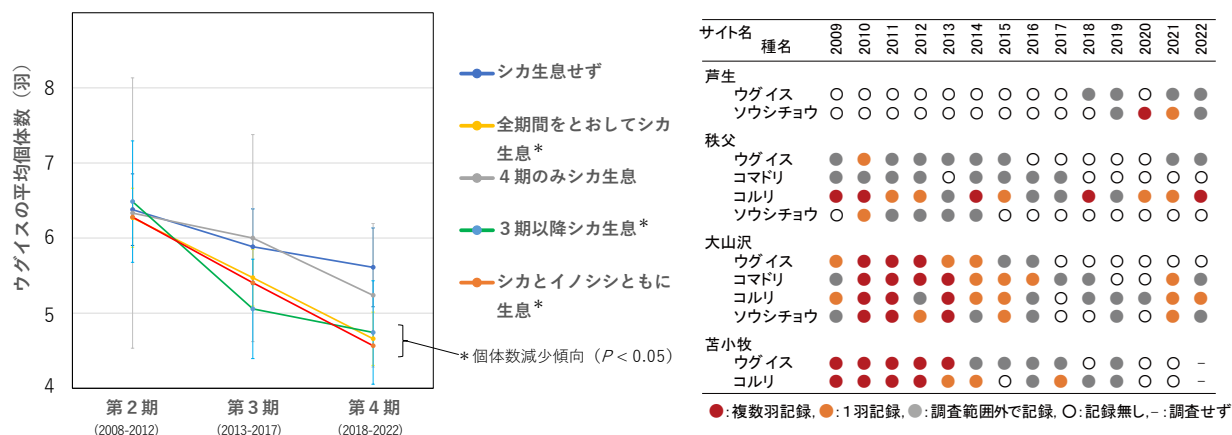
① シカの増加による影響

・樹木： シカの増加による生態系への影響が確認されているサイトの多くでは、嗜好性樹種の個体数の減少傾向が認められた。これらのサイト（下図赤四角）ではシカの顕著な影響が見られないサイト（下図青四角）に比べて、統計的に有意ではないものの樹木全体の新規加入率が低く、一方で樹木の相対生産速度（幹の成長による地上部現存量の増加速度）は有意に大きい傾向を示した（p. 144）。



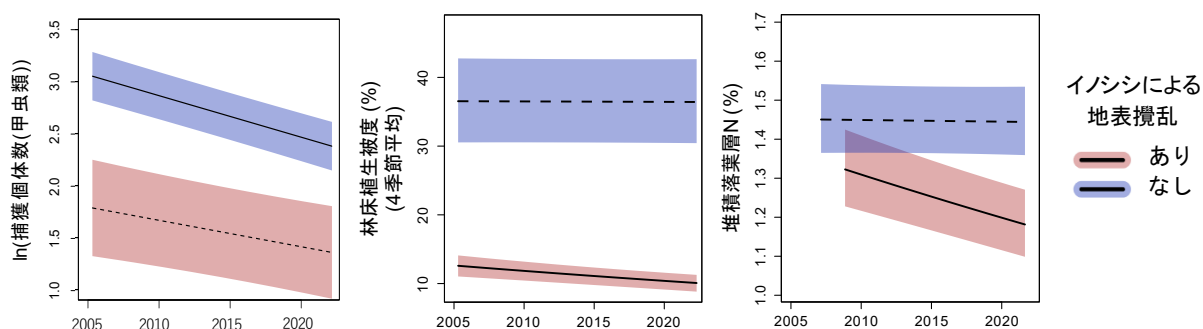
・鳥類（一般サイト）： シカが生息するサイトでは、下層植生を利用するウグイスの個体数が減少していた（左下図。p. 155）。

・鳥類（コアサイト）： シカが多く生息するサイトでは、下層植生を利用する種（ウグイス、コマドリ、コルリ、ソウシチョウ）が減少傾向または当初から記録されていなかったが、サイトによって一部の種が近年増加傾向（秩父サイトのウグイス・コルリ、大山沢サイトのコマドリ・コルリ・ソウシチョウ）または新たに記録されるようになっており（芦生サイトのウグイス・ソウシチョウ）、個体数の回復の兆しが見られた（右下表。p. 153）。

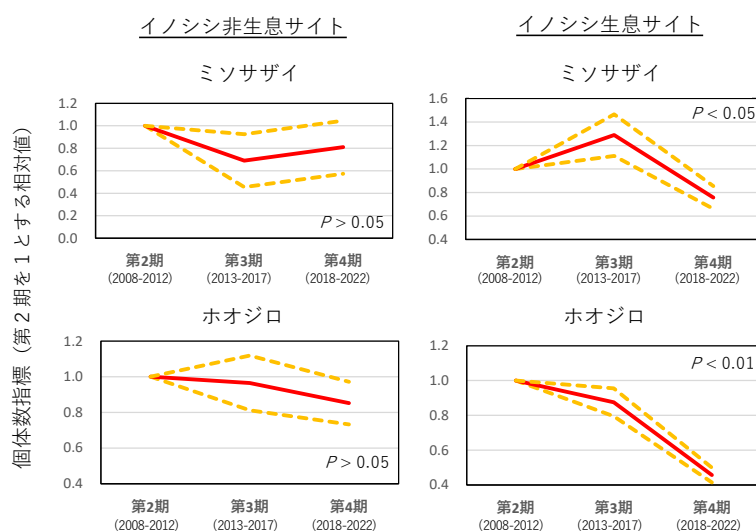


② イノシシの増加による影響

- ・イノシシによる地表攪乱が顕著なサイトでは、その他のサイトと比較して地表徘徊性甲虫やその内の糞食性のグループであるセンチコガネ科の捕獲個体数の増減傾向に差はなかったが、林床植生被度や、堆積落葉層及び表層土壌の窒素（N）濃度は低下する傾向が認められた（p. 157）。



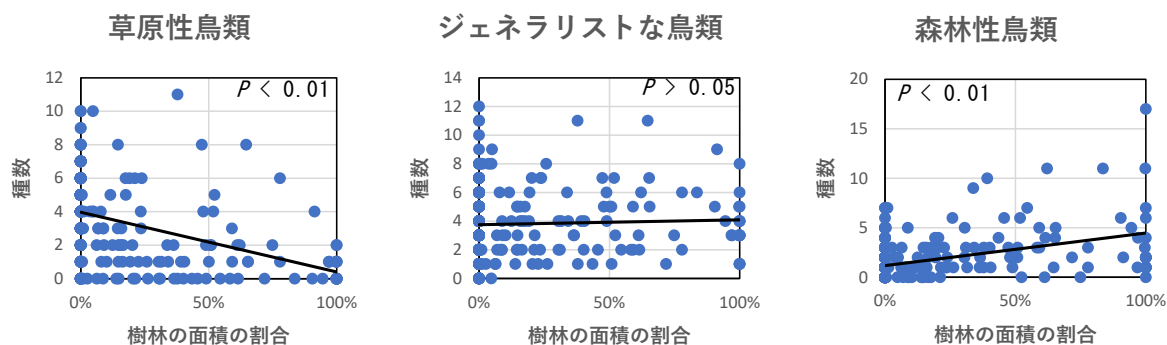
- ・鳥類（一般サイト）： イノシシが生息するサイトでは、地上営巣性で出現サイト数の多い3種のうちセンチダイムシクイを除く2種（ホオジロ、ミソサザイ）で、個体数の減少傾向が認められた（p. 160）。



3) 植生環境の変化

① 森林の占める割合の違いに応じた鳥類の種構成の違い（一般サイト）

- ・周囲の森林面積率が大きいサイトほど、森林性種の種数・個体数が多く、草原性種の種数・個体数が少ない傾向があった。今後、草原の管理が低下して樹林化が進んだ場合、森林性種が増加し、草原性種が減少することが示唆された（p. 165）。



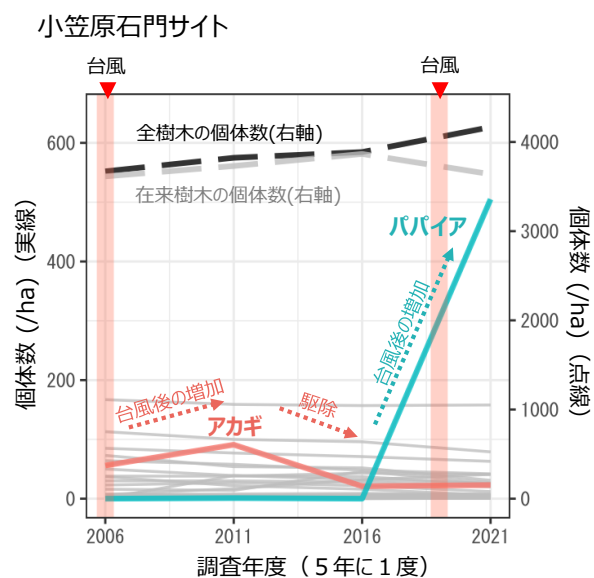
(3) 外来種

- 特に島嶼部で外来種の影響が深刻であり、小笠原石門サイトでは、2度の台風攪乱によって在来樹種の個体数・現存量が減少した一方、外来樹種が大きく増加した。台風攪乱の頻度や規模が増大した場合、外来種の影響がより強まることが示唆された。
- ガビチョウは、2018年以降は、愛知県に新たに定着した他、記録の少なかった南東北や北関東の積雪の深い地域へ分布を拡げていた。
- ソウシチョウは、分布域の拡大は見られなかったが分布域内の低標高の空白域を埋めるように分布を拡げていた。
- マングースの防除が進んだ南西諸島のサイトでは、地上を高頻度で利用する在来鳥類のうち、与那サイトのヤンバルクイナで個体数の増加傾向が認められた。

1) 外来種の侵入・拡大

① 小笠原の外来樹木

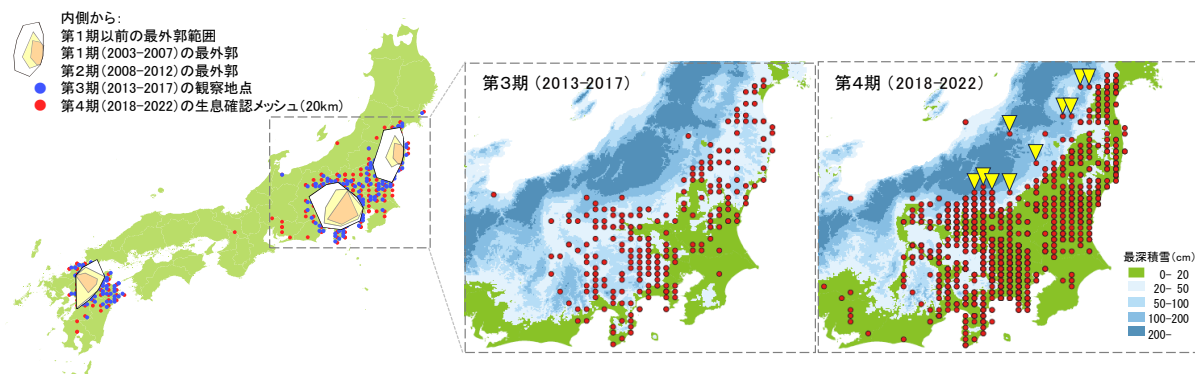
- ・ 小笠原石門サイトでは、2度の台風攪乱によってほとんどの在来種で個体数が減少した一方、外来種のアカギとパパイアが大きく増加した。アカギは駆除によって大きく減少したが、依然として一定の個体数が存続している（p. 171）。



② ガビチョウの分布拡大（コア・準コア・一般サイト）

- ・2018 年以降は、愛知県に新たに定着した以外に大きな分布の拡大は見られなかったが、これまで記録の少なかった南東北や北関東の積雪の深い地域へやや分布を拡げていた（右下図▽印、p. 174）。

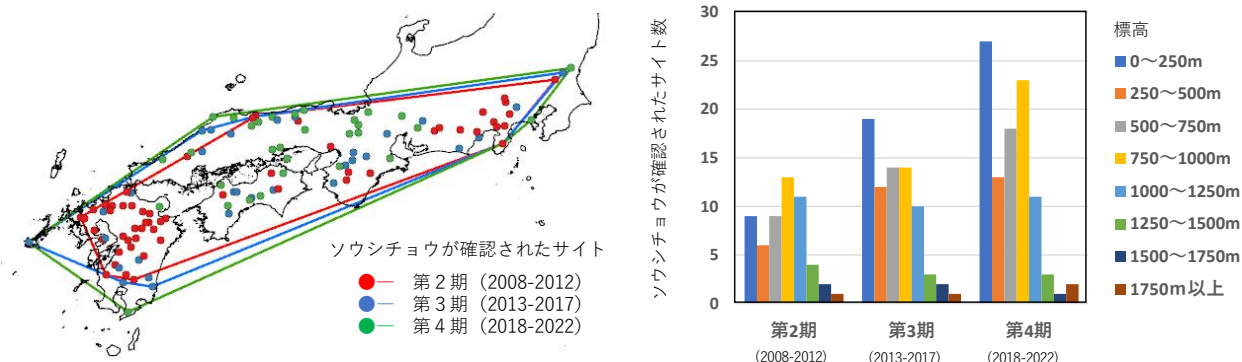
ガビチョウの確認地点（他調査の結果を含む）



第4期は、20km メッシュで調査がされた全国鳥類繁殖分布調査の情報を含むため、20km メッシュで示した。
 右図では、比較のため、第3期の情報も 20km メッシュで示した。

③ ソウシチョウの分布拡大（一般サイト）

- ・分布域の拡大は見られなかったが、分布域内の低標高の空白域を埋めるように分布を拡げていた（p. 176）。

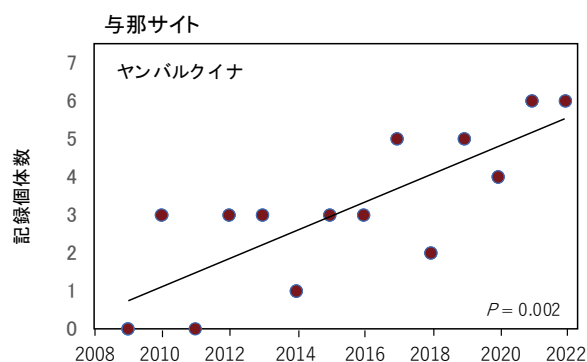


同じ地点で繰り返し確認された場合、より新しい調査期間の凡例で上書きされているが、分布の最外郭は対応する期間の確認地点を網羅している。

2) 外来種の防除

① マングースの防除による地上性の鳥類の回復（コア・準コアサイト）

- ・防除活動によりフイリマングースの生息密度が大きく減少した奄美大島及び沖縄島北部のサイトでは、地上を高頻度で利用する在来種5種（奄美サイトのキジバト、オオトラツグミ、アカヒゲ、与那サイトのノグチゲラ、ヤンバルクイナ、アカヒゲ）のうち、与那サイトのヤンバルクイナに個体数の増加傾向が認められた（p. 178）。



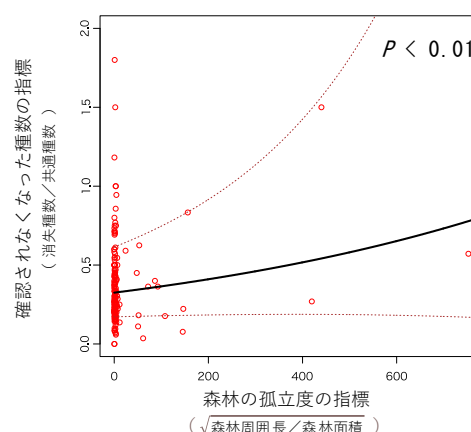
(4) 開発などの人間活動

- 森林の孤立程度が強いサイトほど、確認されなくなった鳥類の種数が多く、群集がより不安定であることが示唆された。
- 鳥類の絶滅危惧種には保護区¹外のサイトで多く確認された種もあり、これらの種の保全には注意が必要である。
- 保護区の内外で鳥類群集の安定性に大きな違いが見られなかった。この結果を踏まえた保全施策の展開が期待される。

1) 森林の孤立化

① 鳥類の種構成の変化（一般サイト（森林））

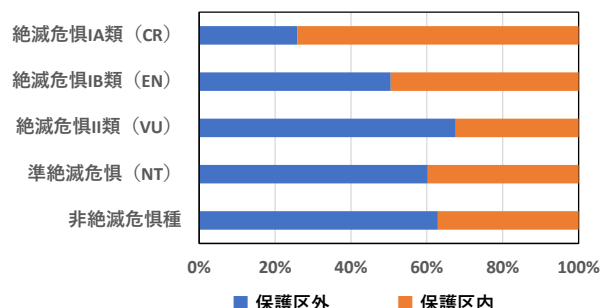
- 森林の孤立程度が強い（森林の面積が小さい、または面積に比して周囲長が長い、すなわち森林内に占める林縁部の割合が大きい）サイトほど、第3期から第4期の間で確認されなくなった種の数が多かった（p. 182）。



2) 保護区

① 鳥類の絶滅危惧種の確認サイトと保護区の重複状況（一般サイト）

- 環境省レッドリストの絶滅危惧ⅠA類に指定されている種が確認されたサイトは、多くが既に保護区に指定されていた。一方、絶滅危惧ⅠB類・Ⅱ類・準絶滅危惧の種は、保護区外でも多く確認された（p. 185）。

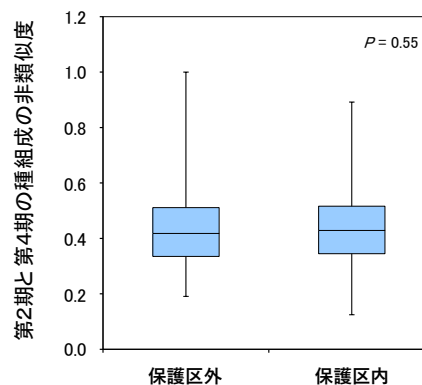


② 鳥類群集の安定性への影響（一般サイト）

- 保護区の内外で、総個体数・種数・種多様度・種構成の安定性に有意な差は認められなかった（p. 188）。

第2～4期の変動係数（全サイトの平均）

	総個体数	出現種数	多様度指数
保護区外	0.2428	0.1382	0.0623
保護区内	0.2174	0.1463	0.0631
P値	0.0865	0.4653	0.7375



¹ 本報告書では、国立・国定公園の特別地域、鳥獣保護区の特別保護地区、及び保護林を指す。

6. 第4期の成果及び第5期に向けた課題と展望

- 第4期は、第2期までに確立されたサイト配置、体制、手法を維持し、さらに長期的な継続に向けて必要な改善を進めつつ調査を実施した。
- 重要な調査成果が上げられ、成果の活用も進んでいるが、第5期以降も調査を継続し、明確な傾向を把握し、一層の活用を進めていくためには、課題もある。

(1) サイト配置及び調査手法の改善

1) 第4期の成果

- ・ 重要な保護地域にありながら調査の実施・継続が困難となっている準コアサイトへの支援体制を見直し、西表サイトの毎木調査を初めて実施した。
- ・ 樹木種子の仕分け・判別方法等について、サイト間の情報共有や精度のすり合わせ等を進めるために、ウェブサイト上での資料共有や Q&A の掲載等を開始した。

2) 第5期に向けた課題と展望

- ・ アクセスの悪化等により調査の実施が困難になっているサイトについて、サイトの変更等の対応を進めるとともに、変更にあたっての基準作りや、解析上の取り扱い等の検討が必要である。
- ・ 調査手法の共有や精度維持のため、オンライン講習会の開催等、検討が必要である。
- ・ 今後も調査手法の課題の把握に努め、マニュアルを改良していく必要がある。

(2) 持続可能な調査体制

1) 第4期の成果

- ・ 後継者の不在や調査員の減少等で調査の実施が難しいサイトに対し、調査補助、サイト代表者の引継ぎ支援、教育機関等との連携、各種調査やイベントにおける本事業の紹介や参加の呼び掛け等を行った。

2) 第5期に向けた課題と展望

- ・ 各サイトの調査員が事業の内容や調査手法の細部等について理解を深め、調査精度の維持や意欲の向上を図るためのオンライン講習会実施など、検討が必要である。
- ・ 調査を中断しないための工夫や、止むを得ず中断する際に必要な措置について、引き続き検討が必要である。
- ・ 調査関係者間で調査員の募集情報を共有し人員の融通を図る仕組みの検討も必要である。
- ・ 今後も調査の手法や参加者に共通性が高い他の全国的な鳥類調査と連携し、相互に結果を報告し合うことで調査員の意欲の維持向上を図り、講習会等を実施して調査員の育成、獲得を進める必要がある。
- ・ 調査員の意欲の維持向上、新たなサイト代表者や調査員の確保につながるような事業成果の発信方法についても、引き続き検討が必要である。

（３）情報の共有・管理及び発信

１）第４期の成果

- ・第２期までにほぼ整備されたデータの取扱い・管理体制の下、調査データの公開や成果の発信を進め、メールマガジンによる都道府県等への情報提供の取組も開始した。
- ・日本生態学会大会における自由集会の開催やシンポジウムでの講演を行った他、調査関係者による論文発表、学会発表、講義、講演会等が多数行われた。

２）第５期に向けた課題と展望

- ・（２）や（４）の課題解決に対してもより効果的な情報発信となるよう、情報発信の内容・対象・手段等を検討する必要がある。
- ・調査の進展に伴うデータ量の増大に対し、大量のデータを効率的かつ正確に入力・管理するための仕組みについても検討が必要である。

（４）結果の保全施策への活用

１）第４期の成果

- ・事業成果が「生物多様性国家戦略 2023-2030」「生物多様性及び生態系サービスの総合評価」「気候変動影響評価報告書」等の国の各種計画施策へ寄与した。
- ・調査データが国や地方自治体による各種保護地域や世界自然遺産地域等の指定・見直し・管理や、野生動植物の保全・管理、企業による環境アセスメント等に活用された。

２）第５期に向けた課題と展望

- ・引き続き関係機関と連携を図りつつ、気候変動影響の把握・評価に必要なデータを整備・提供していくとともに、自治体や企業、各種保全活動団体等が調査成果をより活用しやすくなるよう、分かりやすくまとめたデータを提供することや、気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）や環境アセスメントデータベース（EADAS）等の環境情報を提供しているウェブサイトへ登録すること等、情報発信のあり方を検討する必要がある。
- ・新たに開始された「自然共生サイト」による自然環境保全の取組に対し、本事業の調査マニュアルの活用や、調査結果の本事業への活用など、相互連携を検討する。

（５）国際的枠組との連携

１）第４期の成果

- ・気候変動枠組条約パリ協定の次期グローバルストックテイクに向けた全球の森林炭素蓄積の推定に貢献するため、研究機関のコンソーシアムに対し毎木調査データを提供した。
- ・東アジア・東南アジアでの陸生鳥類のモニタリングを進めるための国際ワークショップや、JICA 研修、海外の研究機関からの視察等の場で、調査の手法や成果を共有した。

２）第５期に向けた課題と展望

- ・地球観測グループ生物多様性観測ネットワーク（GEOBON）等の国際的な枠組との連携、英語版のウェブサイトやマニュアル、パンフレット等の整備、生物多様性条約締約国会議（COP）や生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム（IPBES）等の国際会議の場でのアピール等に引き続き取り組む必要がある。

Summary

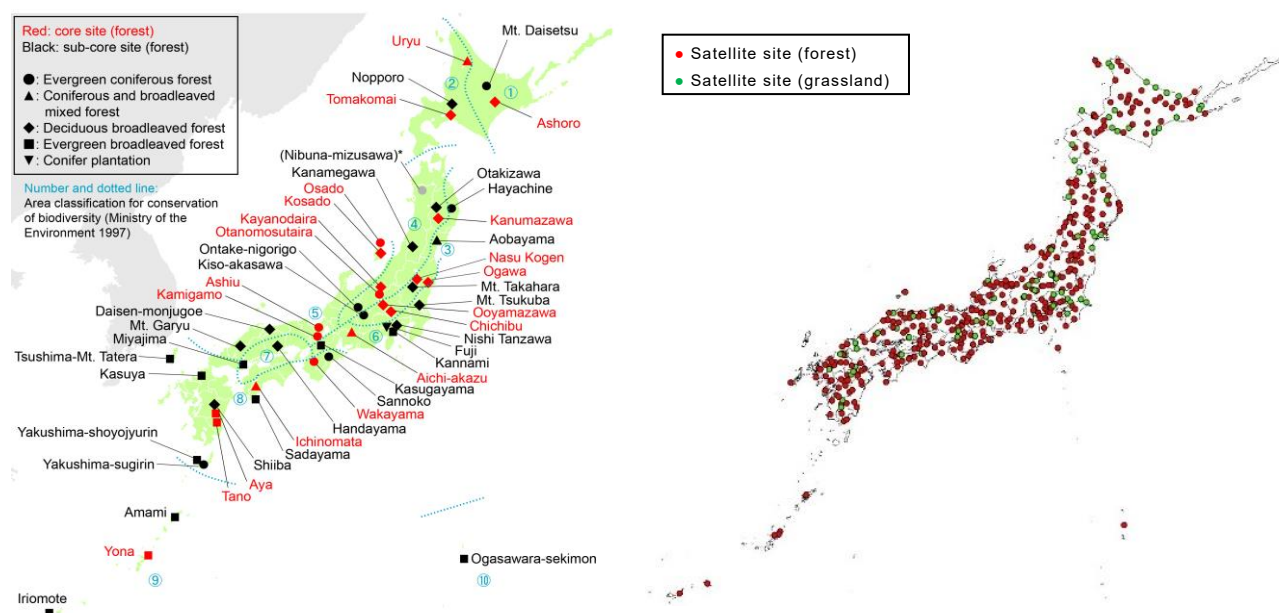
The purpose of this survey is to detect the increase or decrease of each species and changes in species composition through quantitative, long-term monitoring of the states of forest and grassland ecosystems throughout Japan using a unified method, and thus to contribute to implementation of effective biodiversity conservation measures. The survey has been conducted since 2004 with the cooperation of various participants, such as researchers, NPOs, and amateur researchers throughout the country. The survey results are compiled over the period and analyzed for nationwide trends every 5 years. This report covers the Fourth Period, 2018-2022. In principle, all survey manuals, reports, and survey data are publicly available on the website.

1. Indicators for Forest and Grassland Ecosystems

- Trees, ground-dwelling beetles, and birds were selected as indicators to monitor changes in forest and grassland ecosystems (Chapter 1).

2. Site Placement

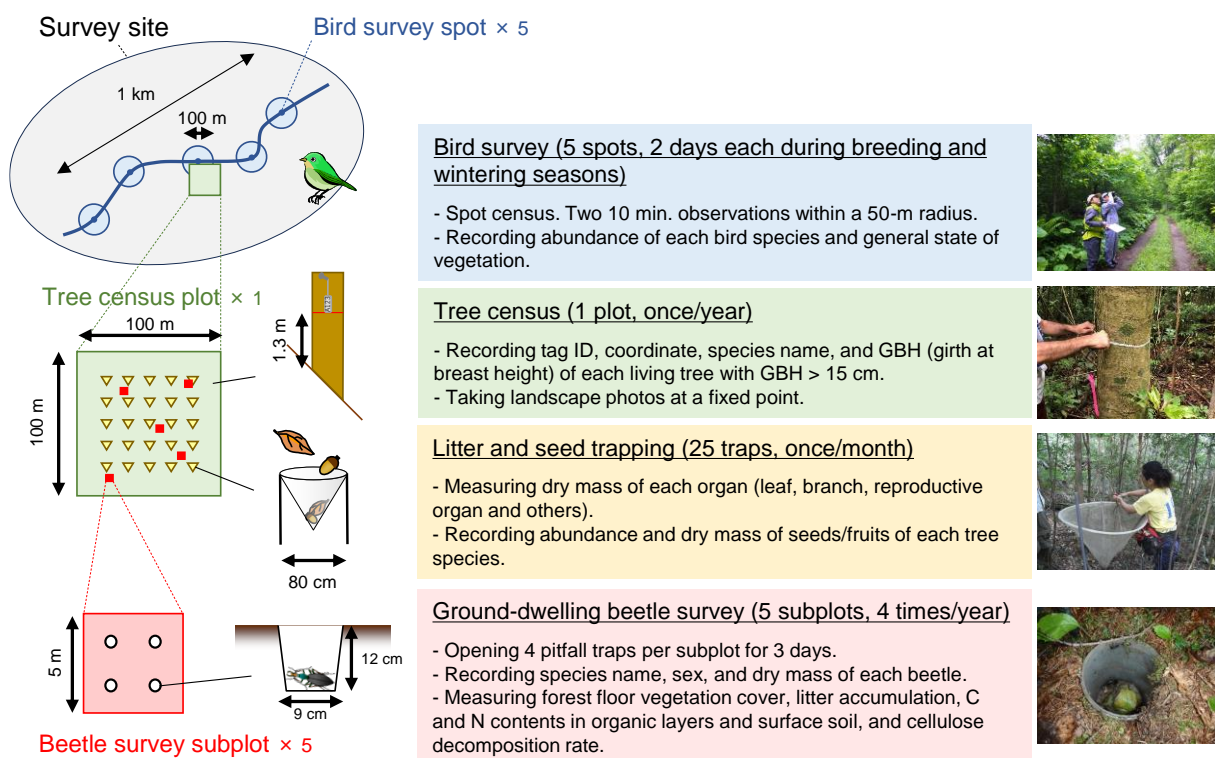
- Three categories of survey sites (core, sub-core, and satellite sites) with different levels of survey frequency and survey items were placed evenly throughout the country to cover representative forest types and climatic zones in Japan (Chapter 2).



Categories of survey sites	Number of sites	Survey frequency	Survey items	Main monitoring staffs	Points of site placement
Core site	Forest: 20	Every year	Tree censuses, litter and seed trapping, ground-dwelling beetle surveys, and bird surveys	Researchers, technicians, and other personnel *University experimental forests and long-term observation sites of research institutions, etc.	Comprehensive and intensive surveys of ecosystem changes, mainly of natural old-growth forests, by researchers and other personnel
Sub-core site	Forest: 28	Every five years	Tree censuses and bird surveys		
Satellite site	Forest: 344 Grassland: 78	Every five years	Bird surveys	Amateur researchers	Wide-area and multi-point surveys covering diverse environments to understand changes in bird species distribution and others

3. Monitoring Methods

- A manual for quantitative and unified surveys was developed for each indicator.
- One bird survey route of about 1 km was set up at each survey site with five fixed points were placed. On each core site and sub-core site, one tree census plot of about 100-meter square (more than one plots for some core sites) were placed. Inside the core sites, 25 traps were placed for litter and seed trapping, and five subplots were placed to survey ground-dwelling beetles.
- At the core sites, all items were monitored every year; at the sub-core sites, bird surveys and tree censuses were conducted every five years; and at the satellite sites, bird surveys were conducted every five years (Chapter 3).



4. Current status and issues on forests and grassland ecosystems and direction of analysis

- Forest and grassland ecosystems in Japan are presently exposed to various environmental changes. To understand the latest status and trends of these ecosystems, in terms of the “four crises of biodiversity (by Japanese NBSAP)” were studied:
 - Climate change,
 - Decline in human intervention in nature,
 - Alien species, and
 - Impact from land development and other human activities.
- Then, the changes caused by these impacts were analyzed (Chapter 4).

5. Detected Changes in Forest and Grassland Ecosystems

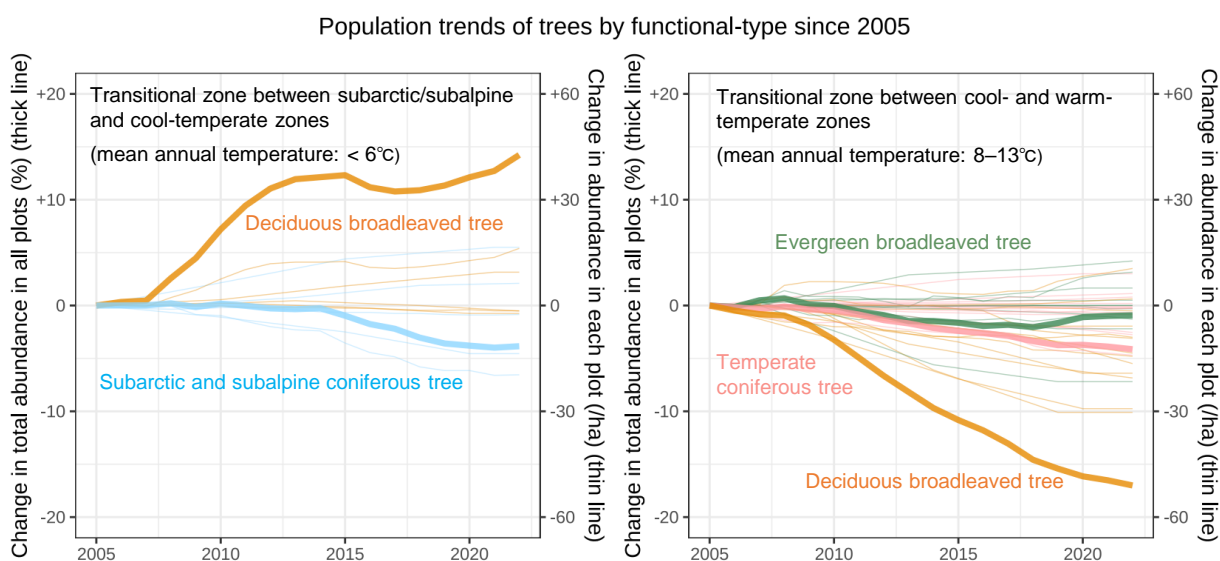
(1) Climate change

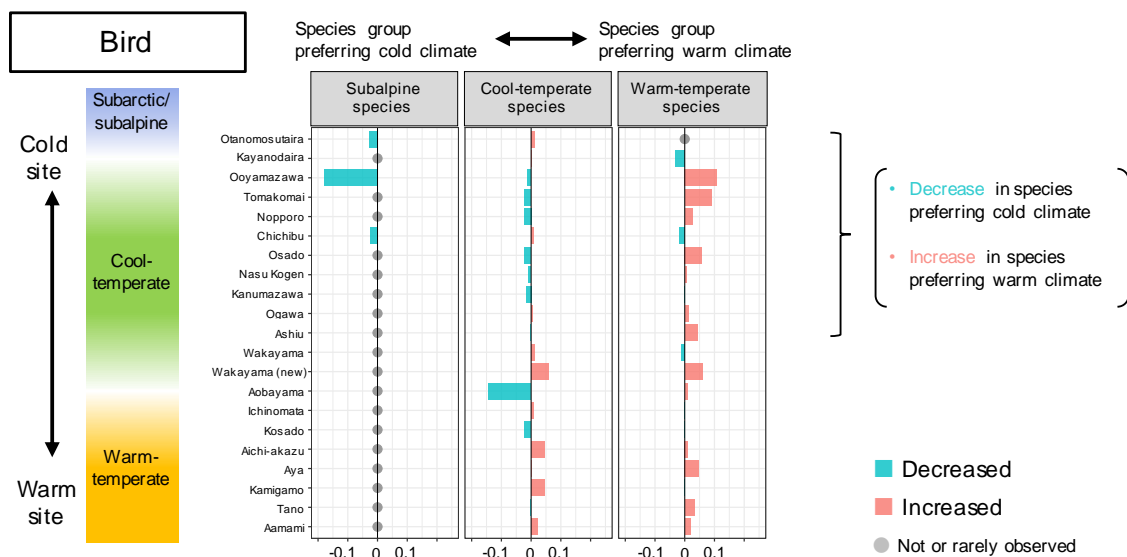
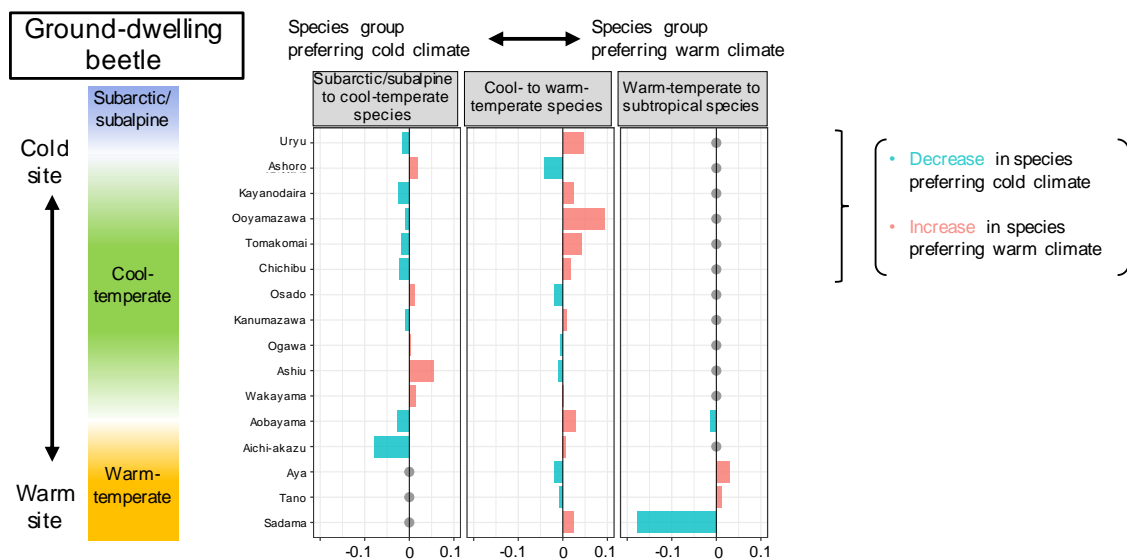
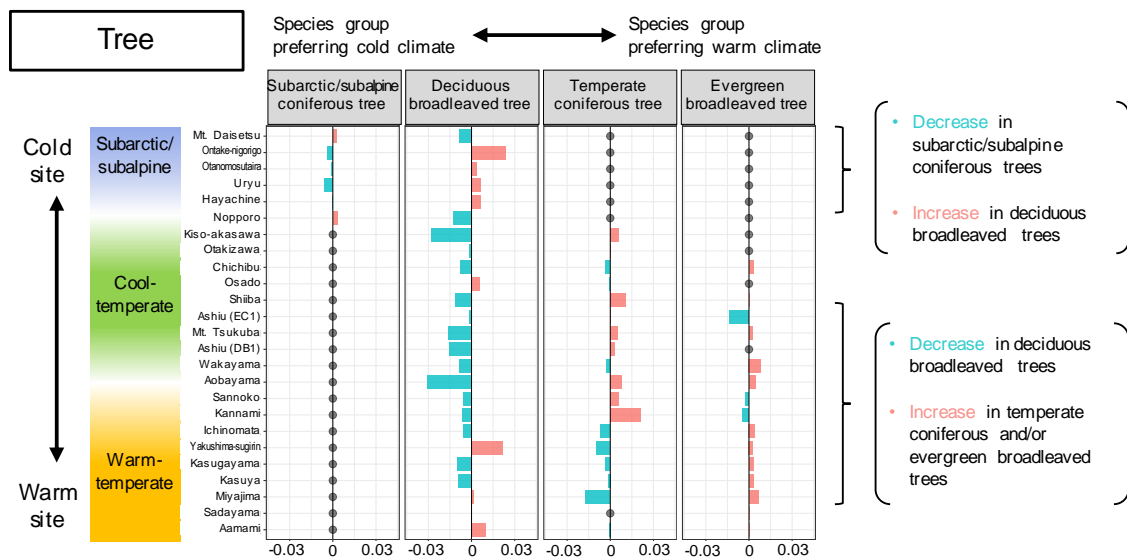
- Throughout the country, trees, beetles, and birds all shifted to have community compositions of warmer regions. For beetles and birds, the trend was especially conspicuous in the subalpine and the cool-temperate forest zone.
- Some dominant species of trees, beetles, and birds showed changes in their abundances, suggesting the distribution shift to cooler regions (increased abundance in the cooler areas, and decreased abundance in the warmer areas of their ranges). In birds, none of the species except for alien species showed clear trends to increase abundance over a wide area
- Tree growth rates were greater in warmer years. Carbon stocks in forest trees, including those in old-growth forests, showed increasing trends nationwide. In addition, cellulose decomposition rates are on the decreasing trend throughout the country. Thus, a rise of carbon storage in the entire forest ecosystems was suggested. On the other hand, the amount of the aboveground biomass in subtropical islands, was declining due to disturbances by typhoons.
- The breeding seasons (singing and fledgling seasons) of birds in forests in the cool-temperate zone was highly affected by spring temperatures, suggesting the shifts to earlier due to global warming.

1) Change in distribution, species composition, and abundance

(i) Change in community composition

- Each indicator group showed a trend of the shifting of community composition to that of warmer regions (community thermophilization) (see pp. 53, 63, and 82 for detailed results). This trend was nationwide for trees, while beetles and birds had the trends only in subalpine and the cool-temperate zones.



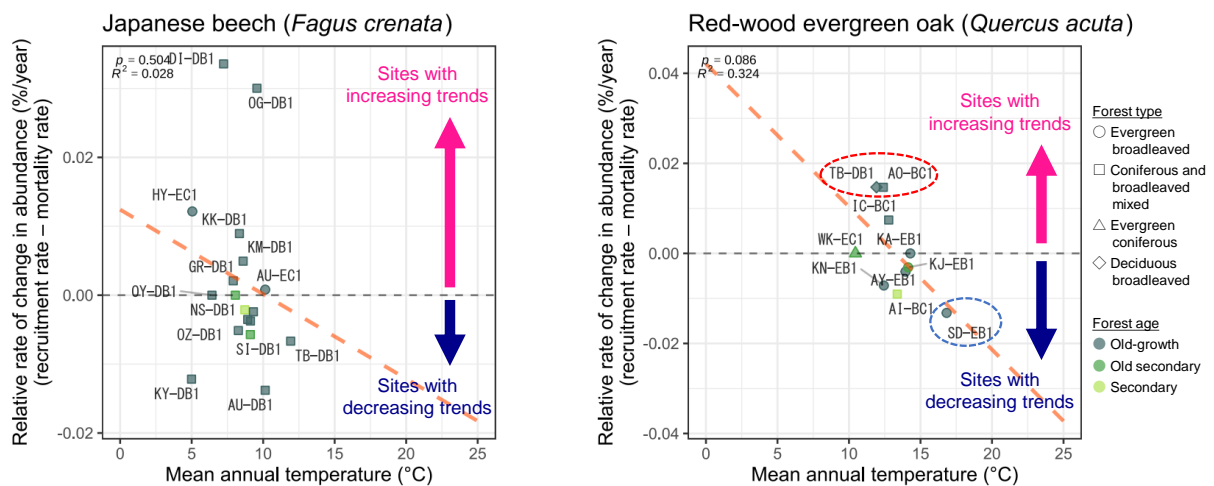


Index of change rate in relative abundance of each speciesgroup
(abundance change rate of each group – abundance change rate of whole community)

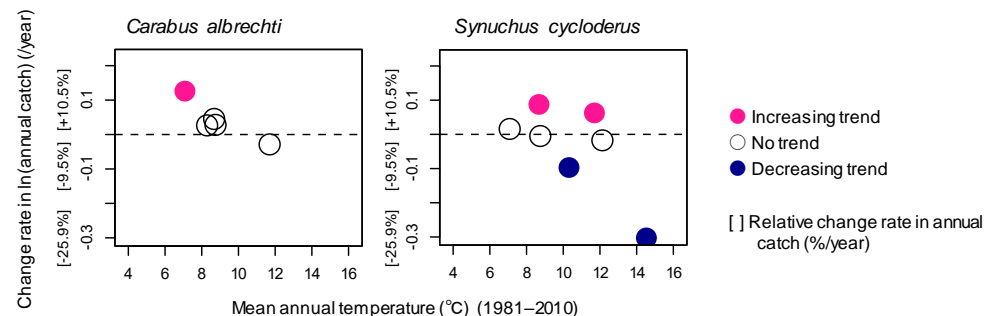
(ii) Change in distribution and abundance of dominant species

Changes in abundance (increases in cooler areas and decreases in warmer areas) suggestive of climate change effects were studied for the dominant species for each indicator.

- Trees: For Japanese beech (*Fagus crenata*) and red-wood evergreen oak (*Quercus acuta*), there was no statistically significant linear relationship between mean annual temperature and abundance (number of stems, p. 58). However, the red-wood evergreen oak showed an increasing trend at the sites closer to northern limit or upper altitude limit (red dashed circle in the figure below) and a decrease trend at the warmest site (blue dashed circle in the figure below).

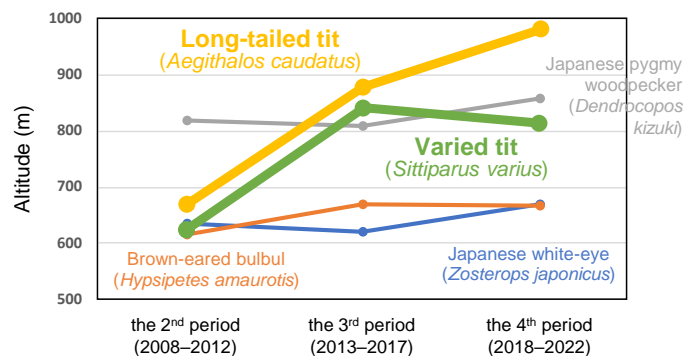


- Beetles: Out of the eight species that predominate at multiple sites, *Carabus albrechti* showed an increasing trend at cooler sites, while *Synuchus cycloderus* showed a decreasing trend at warmer sites (p. 63).



- Birds (satellite sites): Among the five major warm-climate species at the sites along the Sea of Japan, the long-tailed tit (*Aegithalos caudatus*) and the varied tit (*Sittiparus varius*) showed a significantly higher distribution altitude compared to those observed in the Second Period (2008–2012) (p. 82).

Among dominant species with wide-range distributions, only the red-billed leiothrix (*Leiothrix lutea*, alien species) showed an increasing trend in central and western Japan, while all native species showed either a decreasing or no increasing/decreasing trends (p. 77).

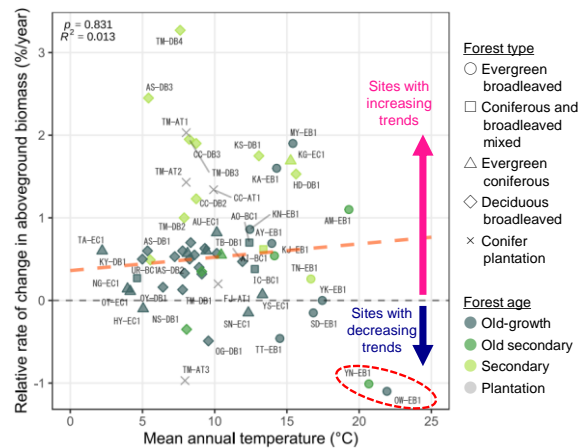


The values on the vertical axis are the third quartiles of altitudes of all occurrence sites.

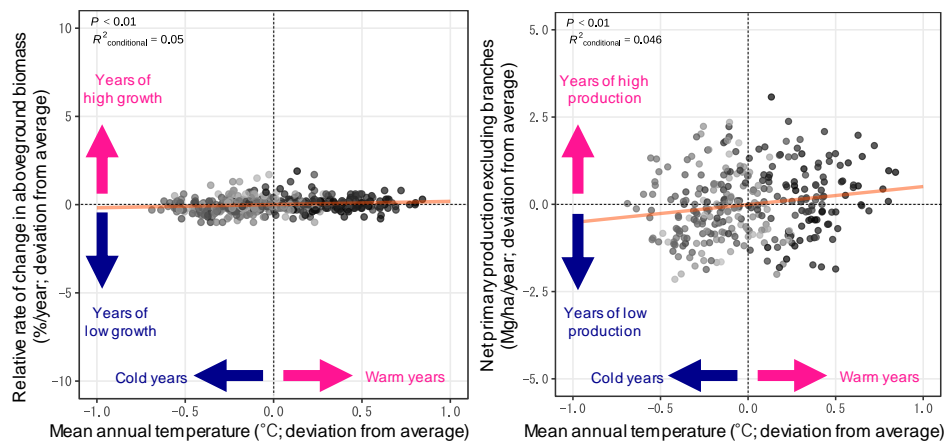
2) Change in structure and functions of forests

(i) Relationship of aboveground biomass and production with temperature

- Aboveground biomass showed an increasing trend nationwide not only in young secondary forests but also in old secondary forests and old-growth forests (p. 91).
- In contrast, the aboveground biomass at the sites of the subtropical islands (Yona and Ogasawara-sekimon sites) significantly decreased due to typhoon disturbances (red dashed circle in the figure above, pp. 91 and 125).

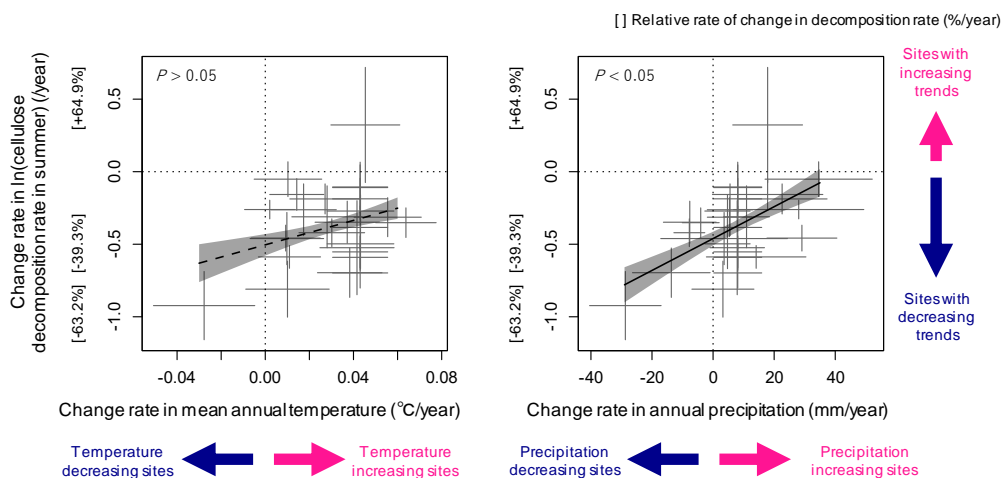


- The higher the mean annual temperatures, the greater the above-ground growth and net primary production were observed (pp. 91 and 98).



(ii) Relationship of litter accumulation, soil carbon content, and cellulose decomposition rate with temperature and precipitation.

- The cellulose decomposition rate decreased in summer and winter at many sites. This trend was more notable at the sites with larger decrease of annual precipitation (p. 103).

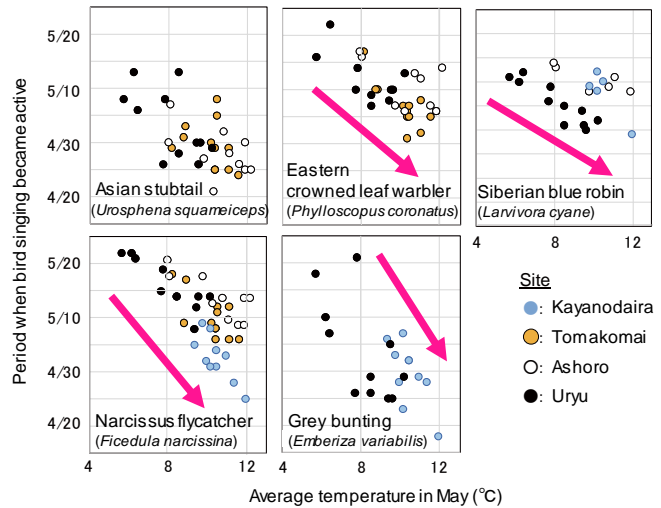


- The rates of litter accumulation and soil carbon content were not significantly related to the change in temperature and precipitation (p. 103).

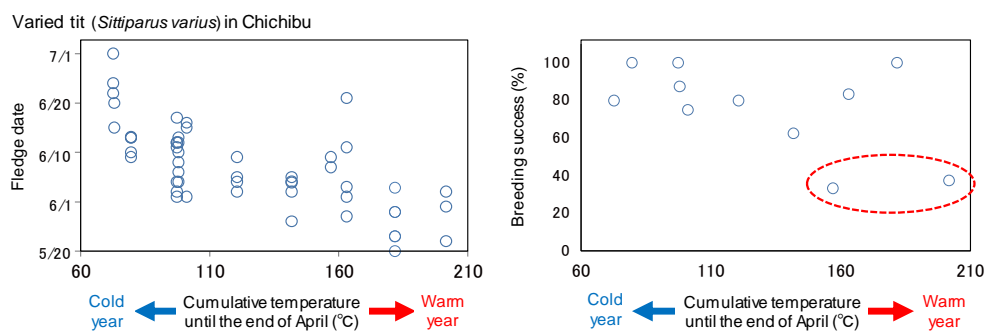
3) Phenological change

(i) Change in breeding seasons of bird (core sites)

- The singing of summer birds started earlier in the years with higher temperature in May at the four cool sites in Hokkaido and Honshu. Of the five species analyzed, four species except Asian stubtail (*Urosphena squameiceps*) showed a statistically significant trend (p. 117).

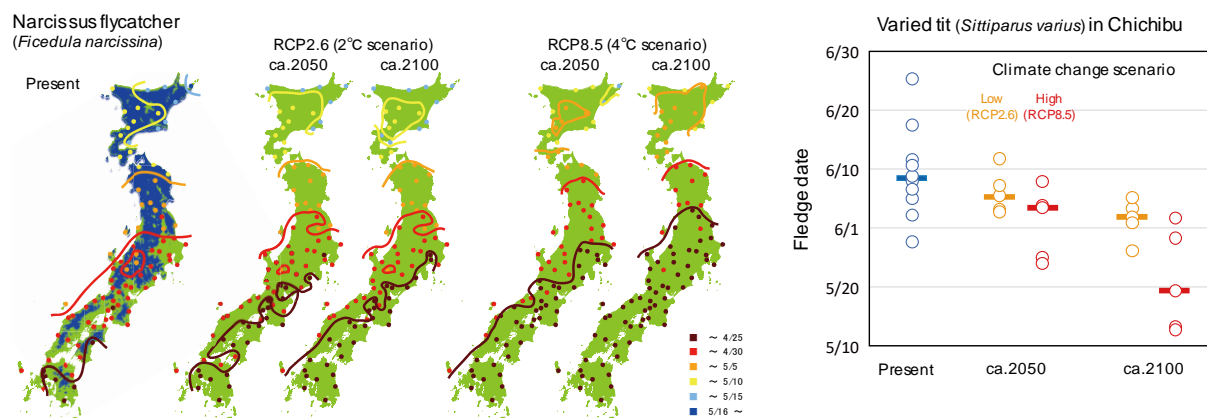


- Varied tit at the Chichibu site started the fledging in earlier date in the years with high cumulative temperature from January 1 to the end of April. The breeding success was low in some years with high cumulative temperatures (red dashed circle in the figure below, p. 117).



(ii) Predicted change in breeding season of birds (core sites)

- The relationship between the breeding season of birds and the temperature described in (i) suggests a possibility that the singing of the narcissus flycatcher (*Ficedula narcissina*) will start about five days earlier nationwide. The fledging of the varied tit at the Chichibu site is predicted to occur about 20 days earlier by around 2100 (p. 120).

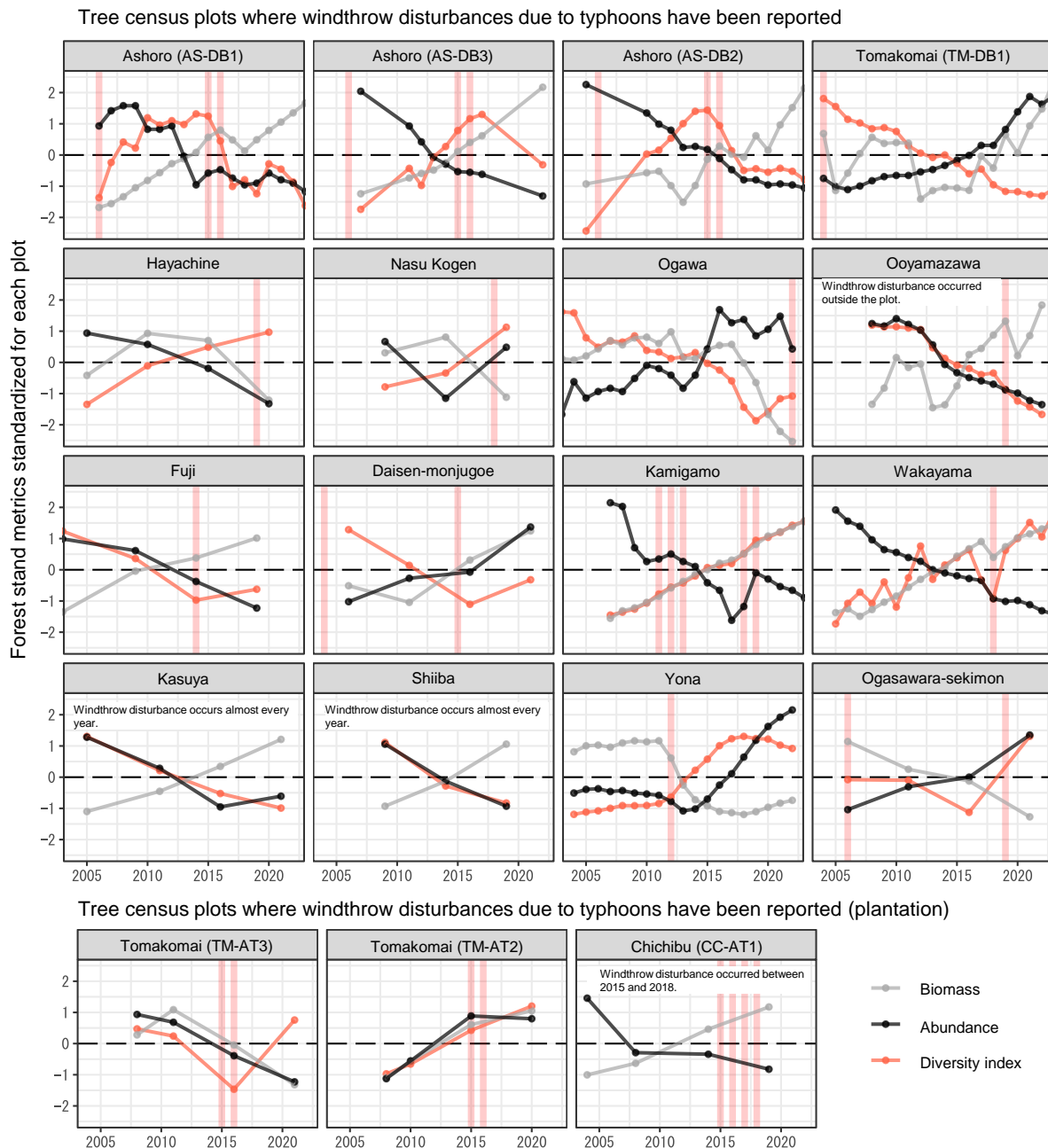


Changes in the timing of active singing of the narcissus flycatcher were predicted, based on the current temperatures and observational data of singing seasons in regions with cool climates (indicated in blue in the map), as well as on projected future temperatures in Japan.

The horizontal lines indicate the medians.

4) Impact of typhoon disturbances

- In the subtropical forests on southern islands (Yona and Ogasawara-sekimon sites), reduced aboveground biomass due to large-scale typhoon disturbances were observed (p. 125).
- In the cooler forests in Hokkaido and northern Honshu (Hayachine and Tomakomai sites), typhoon-induced damages to coniferous trees as well as to broad-leaved trees (distributed at warmer areas) were observed. The trend of compositional shifts from coniferous trees to broad-leaved trees due to windthrow disturbances have not been clearly observed, and continued monitoring is needed (p. 125).



The red vertical lines indicate periods when windthrow disturbances due to typhoons were reported.

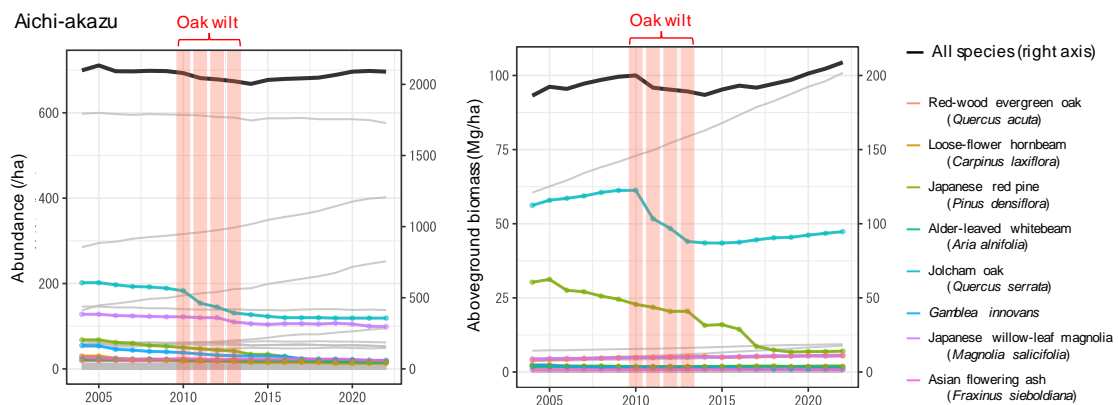
(2) Impacts on ecosystems due to decline in human intervention in nature

- In secondary forests which suffered pine wilt and oak wilt, long-term changes in tree composition continued, decreasing the abundance of birds dwelling in understory vegetation and causing significant population fluctuations in the ground-dwelling beetles.
- At many of the sites with the influences of sika deer (*Cervus nippon*) (e.g. decline of forest floor vegetation), there were higher growth and lower regeneration of trees and a decrease in the abundance of birds using understory vegetation.
- At the sites with ground disturbance by wild boars (*Sus scrofa*), there was a decrease in the forest floor vegetation cover, nitrogen content in the accumulated litter layers and surface soil, as well as some ground-nesting bird species, but no clear impact on the ground-dwelling beetles was observed.
- The sites with a larger proportion of forested areas at landscape level had larger numbers of forest birds and fewer numbers of grassland birds, suggesting possibilities of large impact on bird composition in case forestation progresses in grassland sites.

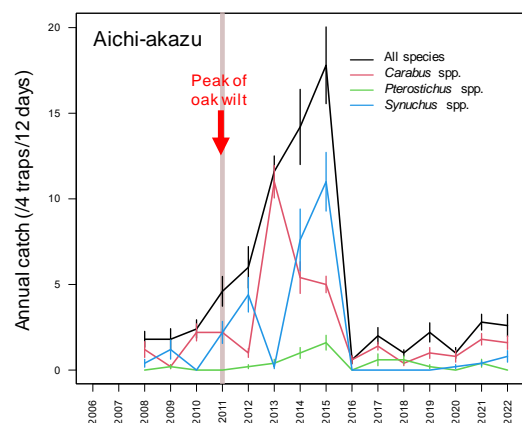
1) Damage by forest pests and diseases

(i) Impact of pine wilt

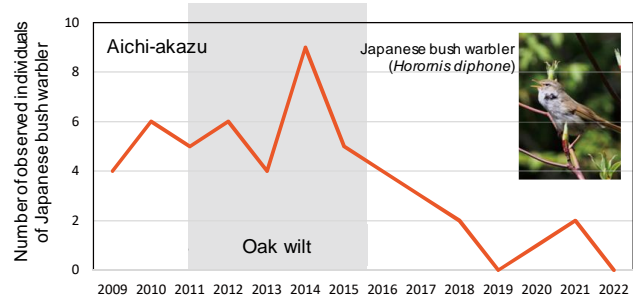
- Trees: The secondary forests at Aichi-akazu, Kosado, and Tano, which suffered pine wilt and oak wilt, showed seriously significant changes in tree compositions, immediate and long-term decreasing trend for some species, although some are recovering after damages. (p. 132).



- Beetles: The abundance of ground-dwelling beetles increased just after the peak of oak wilt at Aichi-akazu site, followed by a drastic decrease and then an gradual recovery again (p. 135).



- Birds (core sites): At Aichi-akazu site, understory vegetation cover and abundance of the Japanese bush warbler (*Horornis diphone*) using understory vegetation showed a decreasing trend after an event of oak wilt (p. 137).

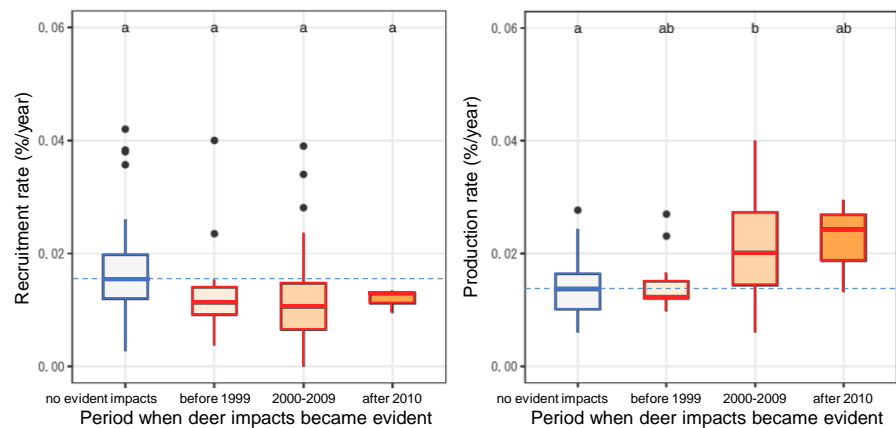


2) Change in population of deer and wild boars

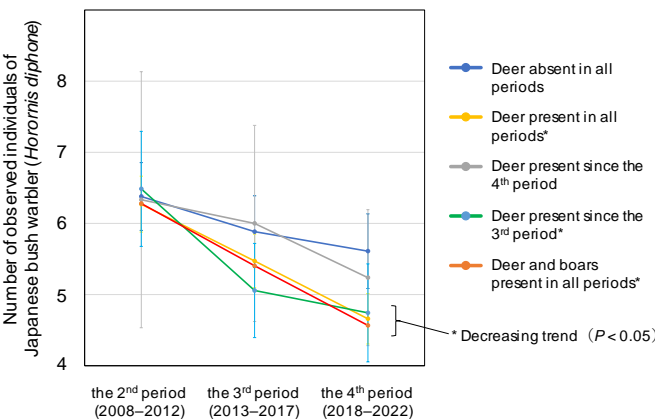
(i) Impact due to increasing deer abundance

- Trees: Many of the sites with impacts of increasing deer abundance showed a declining trend in abundance of tree species preferred by deer. The sites influenced by deer (red squares in the figure below) showed lower recruitment rates for trees in general than those without impacts of deer (blue squares in the figure

on the right), although it was not statistically significant. However, biomass production rates (increase rates of aboveground biomass due to stem growth) of the former were significantly higher than the latter (p. 144).



- Birds (satellite sites): The abundance of Japanese bush warblers, which use understory vegetation (lower left figure. p. 155), decreased at the sites inhabited by sika deer.
- Birds (core sites): At sites with a large abundance of sika deer, species using understory vegetation (Japanese bush warbler, Japanese robin (*Larvivora akahige*), Siberian blue robin (*Larvivora cyane*), and red-billed leiothrix) were declining or had already disappeared. In some sites, however, some increased their abundances in recent years (Japanese bush warblers and Siberian blue robin at Chichibu site, Japanese Robin, Siberian blue robin, and red-billed leiothrix at Ooyamazawa site) or have been newly recorded (Japanese bush warbler and red-billed leiothrix at the Ashiu site) in the period of 5 years, suggesting recoveries in abundance (lower right table. p. 153).

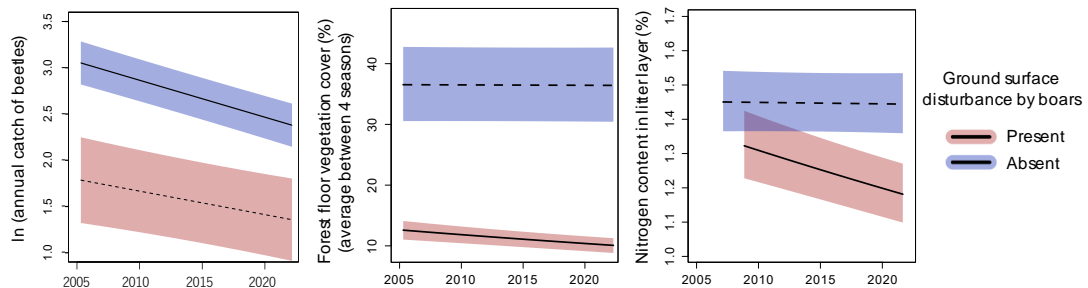


Site	Species	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ashiu	<i>H. diphone</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	<i>L. lutea</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Chichibu	<i>H. diphone</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
	<i>L. akahige</i>	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	<i>L. cyane</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	<i>L. lutea</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ooyamazawa	<i>H. diphone</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
	<i>L. akahige</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
	<i>L. cyane</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
	<i>L. lutea</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Tomakomai	<i>H. diphone</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	-
	<i>L. cyane</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	-

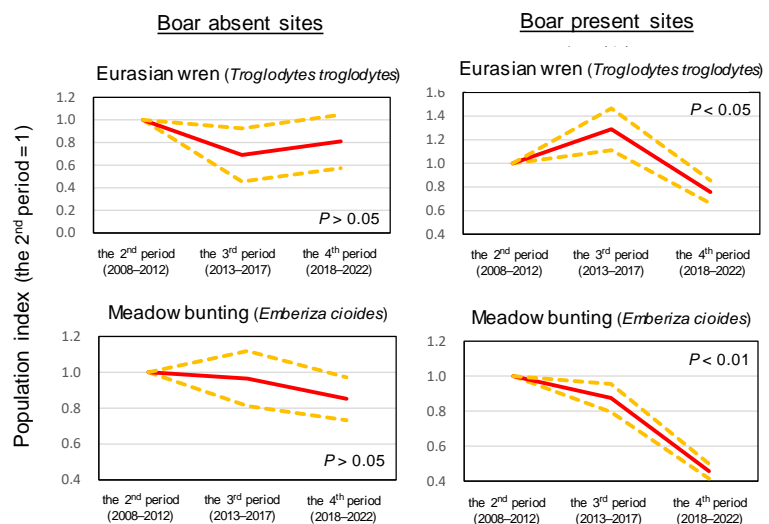
●: > 1 indiv., ●: 1 indiv., ○: 0 indiv. with observation outside the range of survey, ○: 0 indiv., -: no survey

(ii) Impact of increasing wild boar

- The disturbance by wild boar did not cause any difference in the trend in numbers of captured beetles, specifically for Geotrupidae species, which are coprophagous. On the other hand, the forest floor vegetation cover, as well as nitrogen (N) content in the accumulated litter layers and surface soil, showed declining tendencies (p. 157) at the sites with wild boar influence.



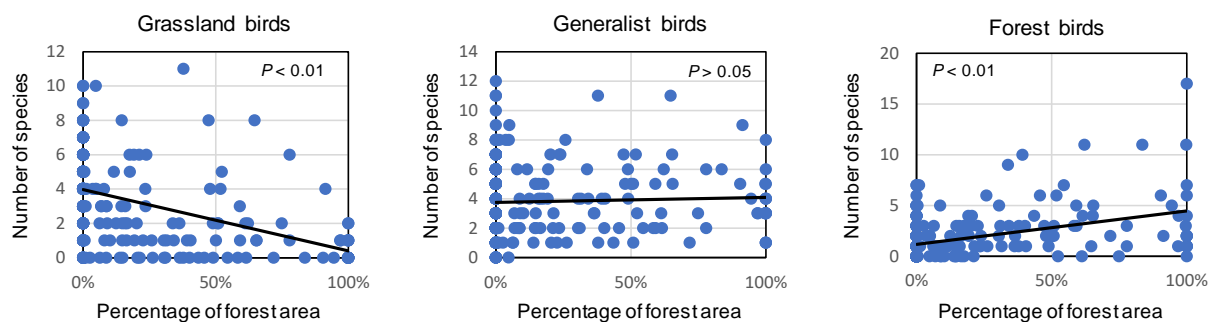
- Birds (satellite sites): Sites inhabited by wild boars showed a declining trend in abundance of the two dominant ground-nesting species, meadow bunting (*Emberiza cioides*) and the Eurasian wren (*Troglodytes troglodytes*). However, another dominant ground-nesting species, the eastern crowned leaf warbler (*Phylloscopus coronatus*) did not have the trend (p. 160).



3) Change of vegetation in landscape level

(i) Difference in bird species composition according to proportion of forest areas (satellite sites)

- At sites with larger proportion of forested areas in the surrounding landscapes, the number of species and abundance of forest birds tended to be higher, while they were both lower for grassland birds. This trend suggests that if grassland management are abandoned and forestation progresses, the number of forest species will increase, while the number of grassland species may decrease (p. 165).



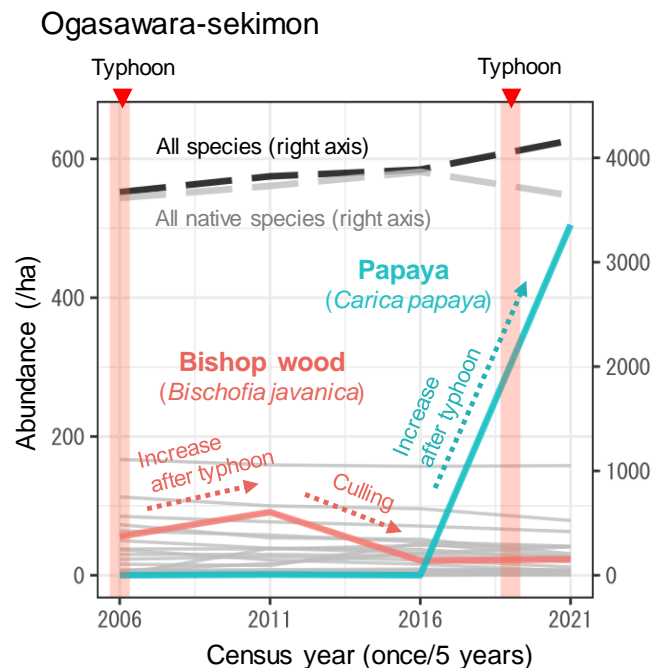
(3) Alien species

- The impact of alien species is particularly serious at the site of small islands. At Ogasawara-sekimon site, abundance and biomass of native tree species decreased due to two typhoon disturbances, while these figures for alien species increased significantly. This fact suggests that the increases in frequency and magnitude of typhoon disturbances, which are predicted in some climate models, will result in a greater impact of alien species on tree communities.
- Since 2018, Chinese hwamei (*Garrulax canorus*) have established its population in Aichi Prefecture. The species also expanded its distribution to areas with deep snow cover in southern Tohoku and northern Kanto areas, where there had been few records before.
- Although the red-billed leiothrix did not expand its geographical range, it became to be observed more frequently at the sites in lower altitudes of the same range.
- At the sites in Nansei Islands, where mongoose control has progressed, Okinawa rail (*Hypotaenidia okinawae*) at Yona site conspicuously increased its abundance among the native bird species that use the ground frequently.

1) Invasion and expansion of alien species

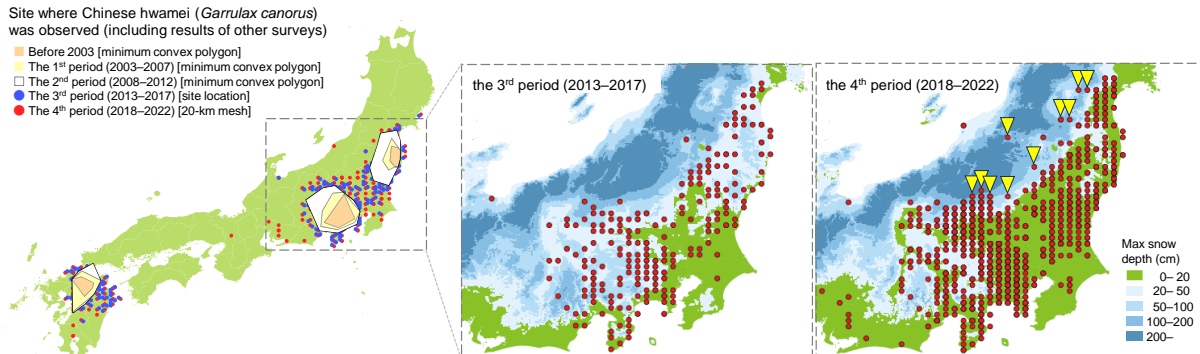
(i) Alien tree species in Ogasawara

- At Ogasawara-sekimon site, the abundance of most native species decreased due to two typhoon disturbances, while the alien species like bishop wood (*Bischofia javanica*) and papaya (*Carica papaya*) increased significantly. Although the abundance of bishop wood made a great decline due to the removal effort, a certain level of abundance still remains (p. 171).



(ii) Expanding distribution of Chinese hwamei (core, sub-core and satellite sites)

- After 2018, no significant expansion was seen in distribution range of Chinese hwamei except for some new establishments in Aichi Prefecture, although the distribution expanded to areas with deep snow cover in the southern Tohoku and the northern Kanto areas, where there had been few records before (▽ in lower right figure. p. 174).

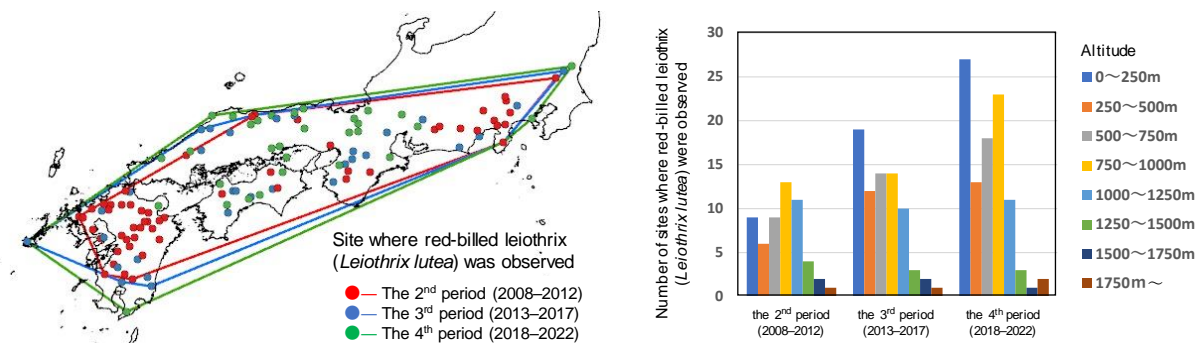


Data for the Fourth Period are shown in 20-km mesh as they include information from the Japan Breeding Bird Atlas, which was conducted in 20-km mesh.

In the figure on the right, information for the Third Period is also shown in 20-km mesh for comparison.

(iii) Expanding distribution of red-billed leiothrix (satellite sites)

- Although the red-billed leiothrix did not expand its geographical distribution area, it became to be observed more frequently at the sites with lower altitudes within the distribution area (p. 176).

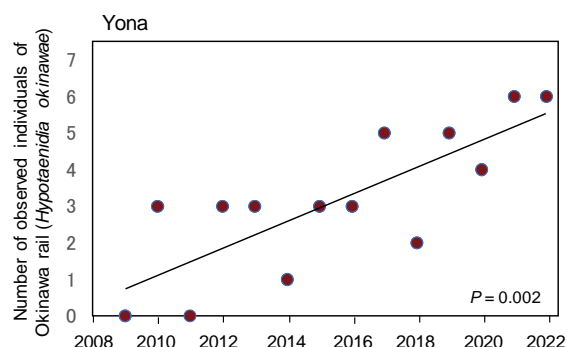


When the species was observed more than once at the same spot, the legend is overwritten with the most recent period. The outer perimeter of the distribution is drawn to cover all observations in the corresponding period.

2) Alien species control

(i) Recovery of native terrestrial birds through mongoose control (core and sub-core sites)

- At sites in Amami-Oshima Island and the northern part of Okinawa Island, the density of the small Indian mongoose (*Urva auropunctata*), which was introduced in 1910 in Okinawa and 1979 in Amami-Oshima, has decreased significantly due to control efforts by the Ministry of the Environment Japan and local governments. The abundance of Okinawa rail at the Yona site increased among the five native bird species that use the ground frequently, such as oriental turtle dove (*Streptopelia orientalis*), Amami thrush (*Zoothera dauma major*), Ryukyu robin (*Larvivora komadori*), Okinawa woodpecker (*Dendrocopos noguchii*), and Okinawa rail (p. 178).



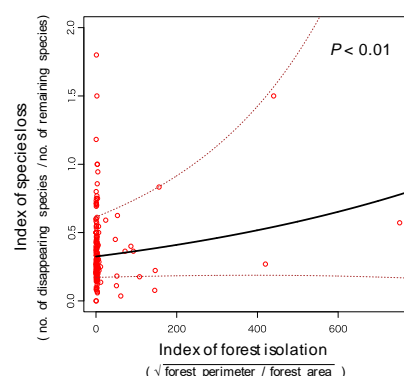
(4) Forest exploitation and other human activities

- At the sites with the greater levels of forest isolation, the more bird species became absent, suggesting that the communities are more unstable in such a landscape.
- Some threatened bird species were newly seen at sites outside the strictly protected areas². It suggests that special care may be necessary for effective conservation measures for these species.
- The stabilities of bird communities inside and outside the strictly protected areas were not largely different. It is expected that conservation measures will be developed based on these results.

1) Isolation of forests

(1) Change of bird species composition (satellite sites (forests))

- Sites with the higher degree of forest isolation (a small forest area or a long perimeter relative to the area, i.e., a large proportion of the forest edge to the forest area) had the greater number of species that disappeared between the Third Period and the Fourth Periods (p. 182).

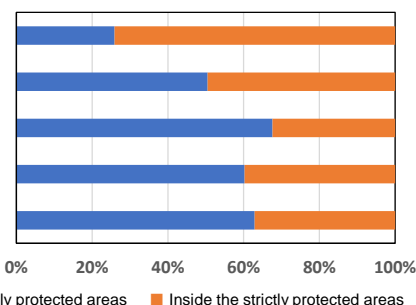


2) Strictly protected areas required for conservation

(i) Gap analyses on threatened bird species and the strictly protected areas (satellite sites)

- Many of the sites where species categorized as Threatened IA (CR) on the Japanese Red List have already been included in the strictly protected areas. Meanwhile, many species categorized as Threatened IB (EN), Threatened II (VU), and Near Threatened (NT) species were both observed inside and outside the strictly protected areas with almost similar frequencies (p. 185).

Threatened IA
(=Critically Endangered (CR))
Threatened IB
(=Endangered (EN))
Threatened II
(=Vulnerable (VU))
Near Threatened
(=Near Threatened (NT))
Non-threatened species

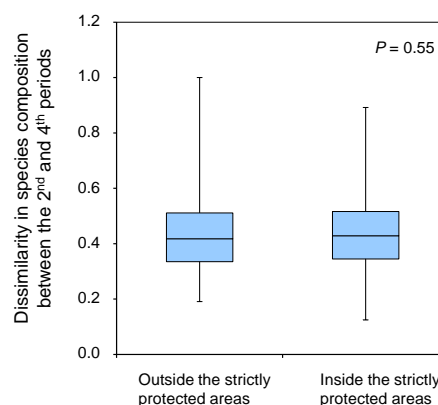


(ii) Impact on the stability of bird communities (satellite sites)

- There were no significant differences in the stability of total number of individuals observed, number of species, species diversity, or species composition between inside and outside of the strictly protected areas.

Coefficient of variation in the Second to Fourth Period (Average of all sites)

	Total number of individuals	Number of species occurred	Dissimilarity
Outside the strictly protected areas	0.2428	0.1382	0.0623
Inside the strictly protected areas	0.2174	0.1463	0.0631
<i>P</i> value	0.0865	0.4653	0.7375



² In this report, strictly protected areas refer to Special Zones in National and Quasi-national Parks, Special Protection Zones in Wildlife Protection Areas, and Protected Forests.

6. Achievements of the Fourth Period and Remaining Issues and Challenges for the Fifth Period

- In the Fourth Period, we continued the survey with maintaining the site placement, monitoring system, methods established since the Second Period, and making necessary improvements for long-term continuation.
- While important survey results were obtained and the results has been utilized by many sectors, the following issues need to be addressed to continue the survey in the future, to understand clearer trends, and to promote further utilization of the results in practices.

(1) Improvement of site placement and survey method

1) Achievements in the Fourth Period

- We tried to improve the support system for sub-core sites with difficult conditions to conduct and continue surveys, but with important conservation values. We conducted a tree census for the first time in one of such sites, i.e. Iriomote site, where the census had not been conducted in the First to Third period.
- We started sharing problems and measures that are common among the sites by posting Q&A on a website, and ensured the monitoring accuracy among sites, in particular on the methods of sorting and identifying tree seeds.

2) Remaining issues and challenges for Fifth Period

- For the sites with some difficulties in continuation due to the physical access or any other reasons, we need to change the site to new one and establish a standard for making these changes, including the continuation of analyses.
- We need to provide online seminars/workshops to share survey methods and maintain accuracy of surveys.
- According to results of questionnaires to the sites, we need to continue improving the monitoring manuals.

(2) Sustainable research system

1) Achievements in Fourth Period

- For sites with some difficulties to maintain due to lack of successors and/or staff members, we proposed some candidates of successors, or provided survey assistance. We also cooperated with educational institutions and introduced this project at various survey opportunities to call for participation.

2) Remaining issues and challenges for Fifth Period

- We think it is effective to have online seminars/workshops for the monitoring staff to better understand the project and survey methods in detail, improve their motivation, and maintain the accuracy of the survey.
- We need to continue monitoring as much as possible, though some countermeasures are necessary in case of inevitable and/or accidental interrupting events.
- We also need to examine mechanisms to share information on the recruitment and education of monitoring staff among those involved in the survey and to increase the flexibility.
- We need to coordinate with other national bird surveys that share common methods and participants, and to motivate monitoring interests. We think seminars/workshops to train existing staff members

and recruit new members could be effective.

- We need to develop effective ways of disseminating the results of the project which may also lead to enhance the power to maintain and improve the motivation of monitoring staff.

(3) Information sharing, management, and dissemination

1) Achievements in Fourth Period

- Under the data handling and management system that had almost fully put in place by the Second Period, we concentrated more on publishing survey data and the results in this period. We have also started providing information to prefectural governments through e-mail newsletters to meet local needs of such information.
- In addition to hosting a workshop and giving a lecture at a symposium at the Annual Meeting of the Ecological Society of Japan, survey results were shared by those involved in the survey through many scientific papers, conference presentations, lectures, and other forms of publication.

2) Remaining issues and challenges for Fifth Period

- We need to review the content, target, and means of information dissemination so that we can deliver information more effectively to solve the problems in (2) and (4).
- The amount of data increases as monitoring continues. We need to develop efficient mechanisms to keep sufficient accuracy for managing such large volumes of data.

(4) Use of research results for conservation measures

1) Achievements in Fourth Period

- The results of the project contributed to various national planning and measures including the National Biodiversity Strategy, Comprehensive Assessment of Biodiversity and Ecosystem Services in Japan and Assessment Report on Climate Change Impacts in Japan, which have issued from Ministry of the Environment Japan.
- The survey data were used by the national and local governments, in particular, for the designation, review, and management of protected areas and natural World Heritage sites and for the conservation and management of wild animals and plants. Some corporation used the data for environmental assessments and other purposes.

2) Remaining issues and challenges for the Fifth Period

- We need to continue our cooperation with relevant organizations to develop and provide data necessary for understanding and assessing the impact of climate change. For easier use of survey results by local governments, companies, and other conservation organizations, we need to examine better ways of delivering information, providing easy-to-understand data and registering on websites, such as Climate Change Adaptation Information Platform (A-PLAT) and Environmental Impact Assessment Database System (EADAS), for environmental information.
- In response to the natural environment conservation initiatives newly started as the Nationally Certified Sustainably Managed Natural Site, we can apply the survey results for the selection of the sites and the survey manual for monitoring activities.
-

(5) Collaboration with international frameworks

1) Achievements in the Fourth Period

- We provided our tree census data for research consortium to contribute to the estimation of global forest carbon accumulation for the next Global Stocktake of the United Nations Framework

Convention on Climate Change (UNFCCC) Paris Agreement.

- We shared the methods and results of the survey on various occasions, such as international workshops to promote the monitoring of terrestrial birds in East Asia and Southeast Asia, JICA training programs, and when hosting visitors from overseas research institutes.

2) Remaining issues and challenges for the Fifth Period

- We need to continue addressing on the issues including cooperation with the Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network (GEOBON) and other international frameworks, and develop English version of website, manuals, leaflets, and other materials. We also need to promote outreach to international audiences through the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (CBD COP), or Intergovernmental Platform of Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).