

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：21401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02999

研究課題名(和文) 樹木の花は土壌生態系へのリソースパルスとなりうるか？

研究課題名(英文) Do flower litters contribute to resource input into soil ecosystems?

研究代表者

星崎 和彦 (Hoshizaki, Kazuhiko)

秋田県立大学・生物資源科学部・教授

研究者番号：30322655

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：冷温帯の主要な落葉広葉樹では、窒素とリンの含有率は花粉が最も高く、次に花リターが続き、葉リターが最も低かった。分解のしにくさを指標するC/Nでも同様であった。岩手県の1haプロットにおける1991～2015年のリタートラップ観測から、年間のリター供給量に占める花の貢献度は重量ベースではごくわずかであったが、各器官の窒素・リン含有率を加味した窒素換算では花の割合が最大8.4% (CV 1.29)、リン換算では最大27% (CV1.10) に達した。葉リター・花リターそれぞれのリターバッグ実験から、花リターは葉リターよりも分解速度が速かった。これは、花リターの分解しやすさ(上のC/N)とも符合する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

森林樹木の開花量の年変動は世界中の森林で広く見られる現象で、その発生メカニズムや進化生態学的意義、動物個体群への波及反応などの関連分野に影響を与えてきたが、物質循環研究との接点はこれまでほとんど見られなかった。本課題では、開花の年変動が土壌生態系への窒素供給に季節的、年間のパルスを形成していることを発見した。これらの知見は、今後の学際的な研究の糸口となりうるほか、開花にともなう花粉飛散が林地の肥料となりうる可能性を示唆しており、林業など応用的な観点でも意義がある。

研究成果の概要(英文)：Using major tree species in temperate forests in Japan, we found that nitrogen and phosphorous content was highest for pollen, followed by flower litter. Those for the leaf litter were the lowest. The same pattern applied to decomposability based on C/N. Based on long-term monitoring of litter trapping during 1991-2015, the contribution of flower litters and that of pollens were negligible in terms of dry weight, whereas those increased in terms of nitrogen and phosphorous inputs, which accounted for up to 8.4% (CV 1.29) for nitrogen and 27% (CV 1.10) for phosphorous. Based on a litter bag experiment in which flower or leaf litters were packed separately, we found that the decomposition of flower litters was, for all species examined, much higher than were leaf litters. These results coincided with that the first findings that flower litters contain much nitrogen and phosphorous with higher C/N.

研究分野：森林生態学

キーワード：リターフォール 窒素 リン 開花

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

森林樹木の開花結実量の年変動(豊凶、マस्टィング)は、熱帯雨林から温帯林、亜寒帯針葉樹林まで様々な森林タイプで観察され、その発生メカニズムや進化生態的意義、そして生態系や景観のスケールでの波及反応まで、多くの研究を派生させてきた。

森林での物質循環において、樹木からのリターフォールは循環を駆動させる主要な資源である。リターは通常「落葉落枝」と訳されるように、葉リターを主な分解基質として捉えて科学的知見を蓄積してきた。例えば、窒素含有量の樹種間差は、その場の温度や土壌水分等の環境要因とともに土壌微生物を介して分解速度に反映する。最近では、対象に細根動態を加えて物質循環をより正確に記述する方向性と、気候変動の生態系への影響におけるキープロセスとして位置づけてグローバルな炭素収支や窒素負荷管理など環境科学への貢献をめざす、大きく2つの方向性がある。

リターフォールには花や実も含まれている。多くの樹木は落葉する前に窒素やリンを樹体内に回収しているが、花は果実に成長する部分を除いてこれら資源を回収する間もなく落下する。したがって、これらはリターとなっても、一般に栄養元素の含有量が多いことが想像される。実際にブナでは、樹冠から落下して3~4週間後の花リターの窒素・リンの含有率が、葉の約2~3倍ある。樹木、特に風媒樹木は結実する前に膨大な量の花を咲かせるが、年によっては開花量がほぼゼロになるほど年変動も大きい。そこで、本研究では開花の年変動は林床への「資源供給パルス」を発生させるのではないかと、その貢献は土壌生態系への元素供給として無視できないものではないかという仮説を設定した。

2. 研究の目的

- (I) リターおよび花粉の窒素・リン含有率：冷温帯の主要な落葉広葉樹を対象に、葉リター、花リター、花粉のそれぞれについて、樹種ごとに窒素含有率とリン含有率を測定する。
- (II) Annual pulse の検討：リタートラップ調査と室内実験に基づいて花由来、葉由来の炭素・窒素・リンの年間供給量を林分レベルで推定する。またそれぞれの年変動を定量化して開花豊作年と不作年を比較することで、花リターや花粉による土壌生態系への窒素・リン年間供給量への貢献度がどの程度変動するか明らかにする。
- (III) Seasonal pulse の検討：花リター・葉リターの分解速度と炭素、窒素の各元素消失量を測定する。樹木の花リターの供給は一般に春に集中することから、夏までに花や花粉が土壌微生物に速やかに利用されるのではないかと仮説を検証する。

3. 研究の方法

目的I:

まず、ブナ、ミズナラ、サワグルミ、トチノキ、カツラの5樹種を対象に、葉リター、花リター、花粉を採取して全窒素、全リンを測定した。ただしトチノキについては、虫媒花であるため、花粉は採取しなかった。リターはなるべく落下直後の未分解のものを採取する必要があるため、花リターの元素分析には実験室内で花粉採取後に落下した花を用いた(トチノキを除く)。トチノキについては、岩手県の森林内の国道にて、アスファルトの上に落ちた分解の進んでいない花を採取した。また花粉の採取にあたっては、開花直前のつぼみをつけた枝を採取して実験室内で水差して開花させ、花粉を採取した。

採取した各リターと花粉は 80 ℃ で 24 時間乾燥させた後のちに粉碎して化学分析試料とした。炭素と窒素の含有率は、NC アナライザー (SUMIGRAPHIC-22F、住化分析センター、TOKYO) を用いて含有率を測定した。リンについては、各試料を硝酸:過塩素酸=1:2 の混酸で加熱酸分解させ、モリブデンブルー法を用いて含有率を測定した。

目的 II :

リタートラップ調査が長期にわたって継続されている岩手県の落葉広葉樹林の 1ha プロットを調査地として、1991 年から 2015 年の 25 年間のリタートラップ回収物のデータを用いた。調査期間全体を通じて 0.5m² の大きさのトラップが 0.8ha 内に設置され、その数と配置は 1990~2002 年までは 10m ごとに合計 99 個、2003 年からは 99 個の中から収集量の多い 60 個が選ばれて設置されている (図 1)。トラップの設置時期は毎年 4 月下旬から 11 月上旬にかけてで、毎月内容物の回収が行われている。内容物は乾燥した後に葉、花、種子、枝などの器官ごとに分別したのち、各器官の状態 (健全、未熟など) ごとに記録されている。上で述べた対象の 5 樹種は調査地の優占樹種であり、リタートラップに入る各種の花リターの約 83~98 % を占めている。

1991 年から 2002 年までのリター落下重量は、99 個のリタートラップ収集重量を 1ha あたりの落下量に換算した。2003 年以降については、1994 から 2002 年の期間に観測されたトラップ収集重量を用いて、2003 年に以降継続設置されている 60 か所から全 99 か所を推定する回帰式を求め、これに 2003 年以降の 60 か所の収集重量をあてはめて 99 か所および ha あたりの落下量を推定した。花粉の落下量の推定のために必要なパラメータとして、上述の実験で採取した花粉、花リターを 60 ℃ で乾燥させた後に重量を測定して花リター重量当たりの花粉量を調べ、これと花リター落下量から花粉の落下量を算出した (トチノキは花粉を採取していないため除く)。

これらのリター、花粉の ha あたりの落下量に各樹種の葉リター、花リター、花粉の炭素、窒素、リン含有率を掛け合わせることでリターフォール由来の元素供給量を求めた。

目的 III :

ブナ、ミズナラ、サワグルミ、トチノキの 4 樹種を対象にリターバッグ実験を行った。各樹種の葉リターは 2018 年 5 月上旬に林床から採取し、一方花リターについては各樹種の開花期である 5 月に落下したばかりの新鮮なものを採取した。採取した葉と花は約 1 週間風乾した後、樹種ごとに葉と花それぞれのリターバッグを作成した。リターバッグの設置は 2018 年 6 月、回収は 113 日間に 4 回行い、回収したリターの乾燥重量と窒素含有率 (NC アナライザー)、リン含有率 (過塩素酸熱酸分解の後にモリブデンブルー法) を測定した。

次に、目的 II と同様に、リターバッグ実験を行った年の前年 (2017 年) 秋の落葉量と冬季の落葉分解率 (Uchida et al. 2005) から 2018 年 6 月の葉リターの現存量を推定し、これと花リターの落下量および各回収時のリターの元素含有率を用いて、林分あたりの元素流出量を推定した。

4 . 研究成果

目的 I :

花リターの炭素含有率は 42.9~47.1%、窒素含有率は 2.27~5.06%、リン含有率 0.30~0.61% であり、葉リターの炭素含有率は 41.9~47.1%、窒素含有率は 0.62~1.62%、リン含有率は 0.02~0.07%、花粉の炭素含有率は 46.3~55.6%、窒素含有率は 3.53~6.03% であった (表 1)。炭素含有率はそれぞれの器官ごとに大きな差はみられなかったが、いずれの樹種においても窒素とリン含有率では花粉が最も大きく、次に花リターが続き、葉リターが最も小さかった (表 1)。

全ての樹種において、葉リターよりも花と花粉で窒素、リン含有率が高かったという結果は河田・丸山(1986)がブナで調べた例と同様である。分解の指標となる C/N については、葉リターでは最も低いサワグルミで 44、リンについては 0.07% 以下で、従来の知見と同様に難分解性の分解基質であることが確認された。一方、花リターと花粉の C/N は 20 以下であり、特にサワグルミの花や花粉の C/N (8.6~12.4) は堆肥並みである。さらにリンの含有率は 0.3~1.5% であった。このように他のリターよりも C/N が低くリン含有率が高い花リターは、土壌中において非常に分解されやすい特性を有しているといえる。

目的 II :

リターフォールの大半は毎年、乾燥重量ベースでは葉によって占められていた(図 1a)。花と種子の重量については 2000 年、2005 年、2015 年が特に多く、一方で 1999 年、2001 年、1997 年が特に量が少なかった。各リターの CV は葉リターでは 0.07、花リターでは 0.46 となり、葉に比べて花は変動が大きいことが確認された。炭素の林床への供給量のほとんどは葉リター由来であった(図 1b)。窒素においても、各年の林床への供給量の大半は葉リター由来であった(図 1c)。しかし炭素と違って、花リターからの窒素供給には年変動がみられ、最も多い年ではリターフォール由来の全窒素供給量のうち 8.4% まで増加した(CV = 1.29)。

リンの林床への供給も、他の元素と同じように葉リターが大半を占めていた。しかし、その年変動は炭素・窒素の供給に比べて著しく大きく、とくに花リターによる林床へのリン供給量はリターフォールによる全供給量の 2.37~27.27% (CV = 1.10) を占めていた。花粉の寄与は炭素、窒素では供給量への影響がほとんど見ることはできなかったが、リンでは開花量が多い年にはわずかながら見られた(図 1d)。リン供給における花粉の CV は 0.84 であった。

このように、年間のリターフォール重量の中に占める花リターの割合は葉リターと比べてわずかなものであったが、窒素とリンの年間供給に占める割合は重量と比べて大きかった。しかしながら従来の森林生態系での資源循環の流れの中に花リター由来の資源量はほとんど考慮されていない。すなわち、リターフォール由来の土壌への供給資源のうち花リターが 3 割弱を占めたリンについては、葉リターのみで評価する場合は、年によって著しく過小評価である可能性がある。種ごとの供給に着目すると、トチノキが花リター落下重量の半分を占める年が多く、トチノキはこの調査地において安定した花リター供給源となっていた。一方でブナは開花の変動が最も大きく、花リター全体の半分以上を占める年もあればほとんど花リターが落下しない年もあった。すなわち、ブナの花リター量が多い年は林床への N, P 供給に大きな波をもたらす annual resource pulse が発生しているとみなすことができるだろう。

目的 III :

葉リターは実験終了時(設置後 113 日)までに初期重量の 9.7~19.6% が減少し、重量減少の速度は期間を通してほぼ一定であった(図 2)。一方花リターでは、最初の 2 週間だけで 12.8~45.7% の重量減少が見られ、実験終了時では 45~75% もの重量が失われた。花リターの分解速度は最初の 2 カ月間とその後の 2 カ月間で大きく異なっていたため(図 2) 2 カ月毎に分解係数を求めた。その結果、いずれの樹種においても花の分解係数は最初の 2 カ月間(0.71~1.63 day⁻¹)は葉(0.07~0.16 day⁻¹)を上回り、その後の 2 カ月間は葉よりも低かった(0.002~0.10 day⁻¹)。窒素含有率は全ての樹種で、実験期間を通して葉リターよりも花リターの方が 1.4~3.2 倍高かった。また、どちらのリターでも含有率の時間に伴う変化は小さかった。リン含有率も窒素含有率と同様に、分解期間を通して全ての樹種で葉リターよりも花リターの含有率が高かった。

リターからの元素流出量については、解析の途中でデータに不整合が見つかり、精査に時間を要した。ここでは不整合が解消できた窒素についてのみ報告する。窒素では8, 9月に葉リターからの流出が観察された。一方花リターからは6月に窒素流出のピークが認められ、7月には6月の流出量の12.8%まで減少し、8, 9月には流出量は極めて少なくなった(図3)。6月の花リターからの流出量は8, 9月の葉リターからの流出量よりも多かった。

生育期間全体では、花リターから1.8 kgN/haの窒素が流出した。これは、落下した花リターに含まれる元素の総量(2.6 kgN/ha)の67%に相当する。一方葉リターでは、落下した総量(25 kgN/ha)に対して流出量は0.2 kgN/haであった。

このように、いずれの樹種においても花リターは葉リターよりも著しく早く分解されることがわかった。花リターは葉リターよりも窒素とリンの含有率が著しく高いこと(表1)を反映した結果であるといえ、したがって花リターは分解者によって非常に利用し易い資源であるといえる。花リターからの窒素流出は特に6月に特に多かった。そのため、花リターの落下は土壌にとって、春に集中した seasonal resource pulse になっていると考えられる。

表1 各リターと花粉の化学的性質.

	C(%)	N(%)	P(%)	C/N
ブナ				
葉	45.03	0.62	0.03	73.2
花	47.14	2.88	0.30	16.4
花粉	55.63	4.47	1.15	12.4
カツラ				
葉	41.90	0.79	0.04	53.0
花	42.85	2.68	0.50	16.1
花粉	46.25	5.74	1.33	7.7
ミズナラ				
葉	45.98	0.89	0.02	51.6
花	44.44	2.79	0.44	15.9
花粉	51.88	5.74	0.89	8.9
サワグルミ				
葉	46.45	1.62	0.07	28.6
花	43.47	5.06	0.61	8.6
花粉	51.88	3.53	0.89	10.3
トチノキ				
葉	47.06	1.07	0.06	44.0
花	43.77	2.27	0.31	19.3

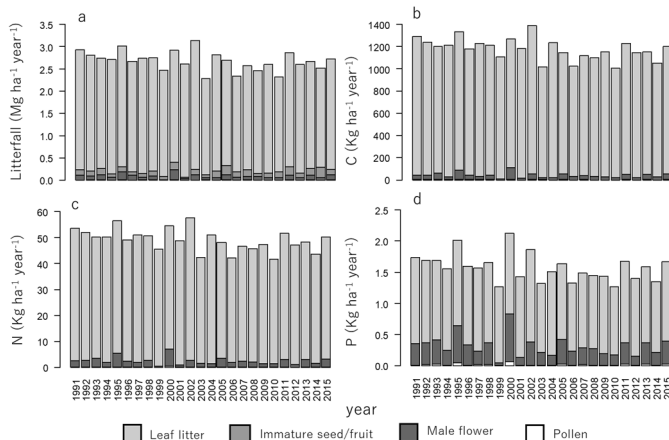


図1 総リターフォールにおける葉リター、花リター、種子、花粉の落下量 (a重量 b炭素 c窒素 dリン).

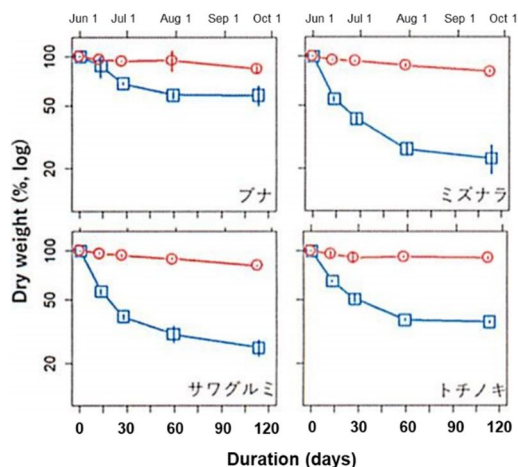


図2 葉リター(赤丸)と花リター(青四角)の分解過程.

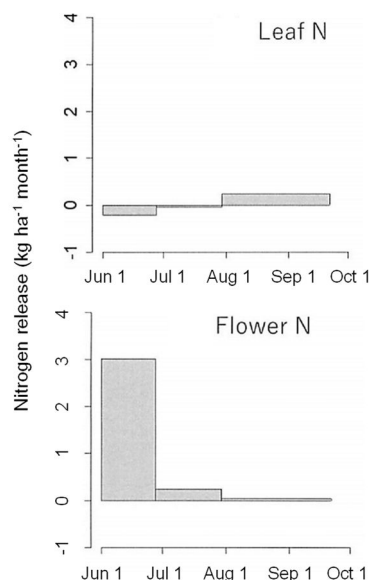


図3 林分レベルで推定した葉リターと花リターからのみかけの元素流出量. 検討した4樹種を優占度で重み付けして合計した. 窒素のみ示す.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Journe Valentin, et al. (全94人中37番目にK. Hoshizaki)	4. 巻 25
2. 論文標題 Globally, tree fecundity exceeds productivity gradients	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecology Letters	6. 最初と最後の頁 1471 ~ 1482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ele.14012	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 該当する

1. 著者名 Nakamura M et al. (全56人中32番目にK. Hoshizaki)	4. 巻 37
2. 論文標題 Evaluating the soil microbe community level physiological profile using <scp>EcoPlate</scp> and soil properties at 33 forest sites across Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 432 ~ 445
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12293	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 Qiu T., et al. (全99人中37番目にK. Hoshizaki)	4. 巻 13
2. 論文標題 Limits to reproduction and seed size-number trade-offs that shape forest dominance and future recovery	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-30037-9	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 該当する

1. 著者名 大貫靖浩・野口麻穂子・太田和秀・星崎和彦・延廣竜彦・山下尚之	4. 巻 28
2. 論文標題 段丘面上に分布するブナ林土壌の保水機能の定量評価 カヌマ沢溪畔林試験地における実証研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 東北森林科学会誌	6. 最初と最後の頁 10-15
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 Bogdziewicz, M. et al. (全96人中37番目にK. Hoshizaki)	4. 巻 32
2. 論文標題 Linking seed size and number to trait syndromes in trees	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Global Ecology and Biogeography	6. 最初と最後の頁 683 ~ 694
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/geb.13652	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 該当する

1. 著者名 Kohyama Tetsuo I., Sheil Douglas, Sun I-Fang, Niyama Kaoru, Suzuki Eizi, Hiura Tsutomu, Nishimura Naoyuki, Hoshizaki Kazuhiko, Wu Shu-Hui, Chao Wei-Chun, Nur Hajar Zamah S., Rahajoe Joeni S., Kohyama Takashi S.	4. 巻 14
2. 論文標題 Contribution of tree community structure to forest productivity across a thermal gradient in eastern Asia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-36671-1	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 該当する

1. 著者名 Ida, H.; Kamijo, T.; Harada, K.; Miyazaki, M.	4. 巻 60
2. 論文標題 Annual production of the beech (<i>Fagus crenata</i>) reproductive-organ in stands with different elevations and histories in a snowy rural area of central Japan over 24 years (1999-2022)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Bulletin of the Institute of Nature Education in Shiga Heights, Shinshu University	6. 最初と最後の頁 43-48
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 Cai Yihan, Koido Ririko, Umino Taichi, Sakamoto Hiroki, Hasebe Yuki, Sarmah Ragini, Yoneda Mio, Ida Hideyuki, Hirota Mitsuru	4. 巻 13
2. 論文標題 Gross Primary Production of Dwarf Bamboo, <i>Sasa senanensis</i> , in Cool-Temperate Secondary Forests with Different Canopy Structures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 564 ~ 564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/f13040564	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 Hoshizaki Kazuhiko, Takahashi Satoshi, Tanaka Hiroshi, Oki Shinji, Matsushita Michinari	4. 巻 103
2. 論文標題 Stochasticity of individual competition and local match-up inequality for saplings in a niche structured forest	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecology	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ecy.3624	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 Noguchi Mahoko, Hoshizaki Kazuhiko, Matsushita Michinari, Sugiura Daiki, Yagihashi Tsutomu, Saitoh Tomoyuki, Itabashi Tomohiro, Kazuhide Ohta, Shibata Mitsue, Hoshino Daisuke, Masaki Takashi, Osumi Katsuhiro, Takahashi Kazunori, Suzuki Wajirou	4. 巻 135
2. 論文標題 Aboveground biomass increments over 26 years (1993-2019) in an old-growth cool-temperate forest in northern Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 69 ~ 79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-021-01358-5	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 Ida Hideyuki	4. 巻 17
2. 論文標題 A 15-year study on the relationship between beech (<i>Fagus crenata</i>) reproductive-organ production and the numbers of nuisance Japanese black bears (<i>Ursus thibetanus japonicus</i>) killed in a snowy rural region in central Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Landscape and Ecological Engineering	6. 最初と最後の頁 507 ~ 514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11355-021-00472-9	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 Qiu Tong, Andrus Robert, Aravena Marie-Claire, et al. (K. Hoshizaki: 全94人中37番目)	4. 巻 13
2. 論文標題 Limits to reproduction and seed size-number trade-offs that shape forest dominance and future recovery	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-30037-9	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 該当する

1. 著者名 Journe Valentin, Andrus Robert, Aravena Marie Claire, et al. (K. Hoshizaki: 全94人中37番目)	4. 巻 25
2. 論文標題 Globally, tree fecundity exceeds productivity gradients	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecology Letters	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ele.14012	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 該当する

1. 著者名 Nakamura Masahiro, Terada Chisato, Ito Kinya, et al. (K. Hoshizaki: 全55人中32番目)	4. 巻 37
2. 論文標題 Evaluating the soil microbe community level physiological profile using <sc>EcoPlate</sc> and soil properties at 33 forest sites across Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12293	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 Qiu Tong, Aravena Marie-Claire, Andrus Robert, et al. (K. Hoshizaki: 全61人中23番目)	4. 巻 118
2. 論文標題 Is there tree senescence? The fecundity evidence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2106130118	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 該当する

1. 著者名 Kwon TaeOh, Shibata Hideaki, Kepfer-Rojas Sebastian, Schmidt Inger K., Larsen Klaus S., Beier Claus, Berg Bjørn, Verheyen Kris, Lamarque Jean-Francois, Hagedorn Frank, Eisenhauer Nico, Djukic Ika, TeaComposition Network* (*K. Hoshizaki: 全259人中131番目)	4. 巻 4
2. 論文標題 Effects of Climate and Atmospheric Nitrogen Deposition on Early to Mid-Term Stage Litter Decomposition Across Biomes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Forests and Global Change	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/ffgc.2021.678480	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 該当する

1. 著者名 Takafumi, H., Y Kanno, S Abe, T Abe, T Enoki, T Hirao, T Hiura, K Hoshizaki, H Ida, K Ishida, M Maki, T Masaki, S Naoe, M Noguchi, T Otani, T Sato, M Sakimoto, H Sakio, M Takagi, A Takashima, N Tokuchi, S Utsumi, A Hidaka, M Nakamura	4. 巻 36
2. 論文標題 Assessing insect herbivory on broadleaf canopy trees at 19 natural forest sites across Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 562 ~ 572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12215	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 Tanioka Yosuke, Ida Hideyuki, Hirota Mitsuru	4. 巻 13
2. 論文標題 Relationship between Canopy Structure and Community Structure of the Understory Trees in a Beech Forest in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 494 ~ 494
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/f13040494	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 Cai Yihan, Koido Ririko, Umino Taichi, Sakamoto Hiroki, Hasebe Yuki, Sarmah Ragini, Yoneda Mio, Ida Hideyuki, Hirota Mitsuru	4. 巻 13
2. 論文標題 Gross Primary Production of Dwarf Bamboo, Sasa senanensis, in Cool-Temperate Secondary Forests with Different Canopy Structures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/f13040564	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 Yosuke Tanioka, Yihan Cai, Hideyuki Ida, Mitsuru Hirota	4. 巻 11
2. 論文標題 A spatial relationship between canopy and understory leaf area index in an old-growth cool-temperate deciduous forest	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 1037-1047
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/F11101037	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 Yihan Cai, Yosuke Tanioka, Toru Kitawaga, Hideyuki Ida, Mitsuru Hirota	4. 巻 134
2. 論文標題 Gross primary production of dwarf bamboo, <i>Sasa senanensis</i> , in a mature beech forest with a substantial gap-mosaic structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 209-221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-021-01262-y	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 Hino T., Kanno Y., Abe S., Abe T., Enoki T., Hirao T., Hiura T., Hoshizaki K., Ida H., Ishida K., Maki M., Masaki T., Naoe S., Noguchi M., Otani T., Sato T., Sakimoto M., Sakio H., Takagi M., Takashima A., Tokuchi N., Utsumi S., Hidaka A. & Nakamura M.	4. 巻 36
2. 論文標題 Assessing insect herbivory on broadleaf canopy trees at 19 natural forest sites across Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 early view
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12215	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 Nikkeshi A., Hiraiwa M.K., Ushimaru A., Hoshizaki K., Makita A. & Inoue M.	4. 巻 9
2. 論文標題 Evaluation of sampling effort sufficient to assess pollen species richness on pollinators using rarefaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applications in Plant Sciences	6. 最初と最後の頁 e11411-11417
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aps3.11411	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 Suzuki SN, Akata M, Djukic I, Enoki T, Fukuzawa K, Hirota M, Hishi T, Hiura T, Hoshizaki K, Ida H, Iguchi A, Iimura Y, Ise T, Kina Y, Kobayashi, H, Kobayashi M, Kominami Y, Kurokawa H, Matsushita M, Miyata R, Muraoka H, Nakaji T, Nakamura M, Noh NJ, Niwa S, Sato T, Seino T, Shibata H, Suzuki RO	4. 巻 34
2. 論文標題 Harmonized data on early stage litter decomposition using tea material across Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 575-576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12032	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 該当する

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 米田美桜、蔡一涵、谷岡庸介、井田秀行、廣田充
2. 発表標題 冷温帯ブナ老齡林のブナ実生と環境要因の関係性 -100x30m内の実生全個体調査から-
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 蔡一涵、谷岡庸介、北川徹、井田秀行、廣田充
2. 発表標題 ブナ成熟林の林冠構造を考慮したササ群落の総一次生産量
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Homma, C., T. Itabashi, O. Kazuhide, M. Noguchi, K. Hoshizaki
2. 発表標題 Asymmetry of tree species combination in individual-scale "matchups" facilitates species coexistence in a temperate mixed forest.
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田和秀・齊藤真紀・星崎和彦
2. 発表標題 風媒花樹木の定量的な花粉採取方法の開発～野外観測データを活用して～
3. 学会等名 東北植物学会第10回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大貫靖浩・山下尚之・鳥山淳平・小野賢二・野口麻穂子・太田和秀・星崎和彦
2. 発表標題 土層強度検査棒による表層土層厚多点測定
3. 学会等名 日本地形学連合2020秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間千夏, 野口麻穂子, 正木隆, 八木橋勉, 柴田銃江, 星崎和彦
2. 発表標題 岩手県内におけるマスティング周期のパターン(予報) ミズナラの林分間比較および数種の樹種間比較
3. 学会等名 日本生態学会東北地区会第65回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間千夏, 正木隆, 野口麻穂子, 星崎和彦
2. 発表標題 樹木の結実豊凶は“種の出会い”をどのように変えるか: 落下種子の局所的多様性
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田和秀, 星野大介, 野口麻穂子, 星崎和彦
2. 発表標題 多雪地の落葉樹林における冬季のリターフォールの年間の落下量に対する割合と10年間の変動
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuhide O, Itabashi T, Sato T, Hoshizaki K
2. 発表標題 Flower litters as hyper nitrogen- and phosphorous-rich resources for soil ecosystem in a temperate mixed forest
3. 学会等名 AsiaFlux2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田和秀, 野口麻穂子, 板橋朋洋, 齋藤智之, 八木橋勉, 佐藤孝, 星崎和彦
2. 発表標題 分解特性の高い花リターが森林土壌に供給する窒素・リンの季節傾向
3. 学会等名 日本生態学会第67回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷岡庸介, 蔡一涵, 北川徹, 井田秀行, 廣田充
2. 発表標題 林冠ギャップにおける下層植生の生産特性
3. 学会等名 日本生態学会第67回大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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	野口 麻穂子 (Noguchi Mahoko) (00455263)	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	井田 秀行 (Ida Hideyuki) (70324217)	信州大学・学術研究院教育学系・教授 (13601)	

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			
オーストリア	Environmental Agency Austria	Austrian Research Centre for Forests	University of Innsbruck	他10機関
ドイツ	iDiv	Universitätsstrasse 10	Leipzig University	他19機関
ポーランド	Adam Mickiewicz University	Polish Academy of Science		
米国	Duke University	University of Colorado	Washington University	他35機関
デンマーク	University of Copenhagen			
スイス	Swiss Federal Research Institute WSL	ETH Zurich	University of Geneva	他2機関