

白神山地ブナ林の100年モニタリング

世界遺産白神山地ブナ林モニタリング調査会

中静 透¹・石田 清²・蒔田明史³・石橋史朗⁴・赤田辰治²・

神林友広⁵・齋藤宗勝⁶・松井 淳⁷・神 真波⁸・中山隆志⁹・

平川久仁夫⁹・野原七恵⁹・渡辺陽平²・大野美涼²

白神山地世界遺産核心地域に分布する典型的でかつ構造の異なる3つのタイプのブナ林について、動態と更新に関するモニタリングを1999年から行っている。調査は、研究者、地域市民ボランティアや学生ボランティアにより行われており2020年で22年目となる。2019–2020年度も調査を継続したが、2020年は新型コロナウイルスの感染拡大により調査を縮小した。20年間で胸高断面積は増加していたが、森林構造の変化はプロットごとに異なっていた。また、2018年には2000年以来最大と考えられるブナの種子生産があり、2019年には大量の当年生実生が発生した。種子生産量、実生発生量ともに、標高の低い場所では少ない傾向があった。モニタリングの長期継続のために、設定の見直しやマニュアル改訂、新規参加者の募集などを行った。

キーワード：更新、市民参加、森林動態、世界遺産

1. 世界遺産白神山地ブナ林モニタリング調査会の概要

白神山地は1993年に世界自然遺産に指定され、その管理は白神山地世界遺産地域連絡会議（環境省、林野庁、青森県、秋田県により1995年発足、2010年からは、地元市町村がオブザーバーとして参加）が行っている。白神山地は、多雪環境にある世界でもユニークなブナ林生態系が世界遺産指定の要件であるが、そのモニタリング手法開発のため、環境省予算による「白神山地世界遺産地域の森林生態系保全のためのモニタリング手法の確立と外縁部の森林利用との調和を図るための森林管理に関する研究」が1998～2002年度に行われ（環境省2003）、1999

年からブナ林のモニタリングが開始された。

しかし、この予算が終了するとともにモニタリング自体も継続されないという状況に至った。そこで、この研究に参加していた研究者が中心となり、地域市民の協力を得て、「世界遺産白神山地ブナ林モニタリング調査会（以下、調査会）」を結成し、モニタリングを引き継ぐこととなった。調査会は、研究者（東北大学、秋田県立大学、弘前大学、奈良教育大学、盛岡大学、森林総合研究所など）、環境省、青森県、秋田県の地域市民、さまざまな大学の学部・大学院生などのボランティアの延べ3700人・日以上に参加をえて、いくつかの活動助成を受けながら、モニタリングを継続してきた。

1: 森林総合研究所 2: 弘前大学 3: 秋田県立大学 4: 遠野地方森林組合 5: 深浦町 6: 元盛岡大学 7: 奈良教育大学 8: 青森県立高校教員 9: 一般市民
2021. 5. 31 受付 2021. 9. 30 公開

II. モニタリングの意義と調査会への期待

気候変動シナリオを用いたブナ林への影響予測研究では、2100年頃には白神山地の大部分がブナの分布適域から外れるという予測もある(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム2008)。実際に、この地域の年平均気温は1980年ころよりも約0.5℃上昇しているほか、積雪環境などにも変化がみられている。また、2016年は東北に初めて台風が直接上陸するなど、気候変動の影響は顕著になりつつある。

一方、東北地方におけるシカの分布拡大はますます顕著となっており、2016年には遺産地域でもシカが初めて観察された(白神山地科学委員会2016)。さまざまな対策は打たれ始めているものの、植物の食痕観察や実際の森林への影響調査などが今後重要になる可能性は高い。また、松枯れ、ナラ枯れなど樹木の病気も拡大しつつあり、2020年には遺産地域のナラ枯れ個体も観察されている(白神山地科学委員会2020)。したがって、今後10–20年間は、気候変化でも、シカや樹木の病気に関する問題でも重要な変化が起こる可能性が高く、モニタリングの重要性は大きくなっている。こうした変化をいち早くとらえ対策を考えるためにモニタリングは重要であり、一般市民もこれらの状況やその深刻さを十分に認識することが望ましい。

調査会によるモニタリングの結果は、初期4年間のデータから現状を分析したものを学術論文としてまとめたほか(中静ら2003)、10年間のデータを報告書にまとめ、10周年の記念シンポジウムを開催して一般に公開した(白神山地モニタリング調査会2009)。また、一般にも書籍で紹介してきた(中静2013)。2010年に白神山地の科学委員会が設立され、モニタリング計画が策定された際には、そのモニタリング活動の一部として正式に位置づけられ、毎年科学委員会に対してモニタリング結果を報告してき



図1 大量に発生したブナの当年生実生。2019年6月撮影。

た。

2017年度の自然保護助成基金の助成により、老朽化した機材の更新、モニタリング活動への新たなボランティア参加者の獲得のための広報などが行われた。20回目のモニタリングとなる2018年度は白神山地が世界遺産の指定をうけて25周年にもあたり、秋田県・青森県とも記念行事が行われ、この機会にモニタリング調査会もシンポジウムを開催して結果を市民に還元するとともに、参加者の拡大のための広報活動を行った。活動は順調に展開されてきたものの、当初からのメンバーは高齢化が進んでおり、大学の学部大学院学生以外の新規参加者も多いとは言えない状況にある。そのため、今後の長期継続のための体制整備を急ぐ必要がある。

今回の助成期間では、2019年は久しぶりにブナの大量開花・結実が見られ、種子生産や実生の発生などを観察することができた(図1)。しかし、2020年度は新型コロナウイルスの感染拡大により、都道府県を超える人の移動や接触の多い活動が制限されるなどの事態となり、モニタリング活動も縮小して行われた。

III. 活動の目標

活動の最終目標は、これまでのモニタリングを継続するとともに、その成果を世界遺産科学

委員会や学術界および社会に還元することであるが、これを達成するため、2019－2020年の活動目標を以下のように定めた。

- (1) ブナ林のモニタリングを研究者・市民・行政の協働で継続し、その結果を世界遺産科学委員会に報告する。
- (2) 20年間の観測結果を科学的に解析し、学術論文として発表する。
- (3) 調査の安全管理に関するマニュアルを加え、調査マニュアルを充実させる。
- (4) 今後の継続体制の強化のため、新たな参加者の拡大に努める。

IV. 活動結果の概要

1. モニタリング活動の実績

2019－2020年度の活動実査期は以下の通りである。

2019年

- 6月29日(土) リタートラップの設置. 参加24名.
- 7月27日(土) リターの回収. 参加22名.
- 8月31日(土) 毎木調査準備. 参加9名.
- 9月14日(土)～16日(月) 毎木・実生調査. リター回収. 参加27名
- 10月5日(土) リター・シード回収 参加24名
- 11月2日(土) リター・シード回収, トラップ撤収 参加33名

2020年

- 1月25日(土) 総会. 22名参加.
- 6月27日(土) データ解析の打ち合わせ 7名参加
- 6月28日(日) リタートラップの設置. 参加22名.
- 8月1日(土) リター回収. 17名参加.
- 8月11日(火) 調査機材準備. 5名参加.
- 8月29日(土) リター回収・実生調査. 18

名参加.

9月5日(土) 実生調査. 26名参加.

10月3日(土) リター回収. 20名参加.

11月7日(土) リター回収, リタートラップの設置. 参加21名.

2021年

1月7日(木) 2021年度調査機材の準備と確認. 5名参加

1月23日(土) 総会・打ち合わせ会議(オンライン). 20名参加.

2019年の活動はほぼ予定通り行われ、延べ139人・日がモニタリング活動に参加した。しかし、2020年度は新型コロナウイルスの感染拡大により、通常であれば9月に山中2泊で行われるはずであった調査内容を縮小し、8月～9月に日帰り日程で行うこととした。そのため、通常の活動とは異なったが、延べ参加者は136人・日と前年とほぼ同じ規模の参加者によってモニタリングが行われた。

2. 新型コロナウイルスに対する対策

新型コロナウイルスの感染防止対策としては、2020年6月の時点で検討し、以下の原則に従って活動することとした。(1) 移動が自粛されている都道府県からの参加は自粛する。(2) 車一台当たりの同乗者数を減らし(最大4人程度)、遠方からの参加の方は車を分ける。(3) 車の中ではマスクを着用する。(4) 発熱・風邪の症状を持つ人は参加しない。(5) 遠方から参加する場合には、環境省の世界遺産センターでの前・後泊を自粛し、近隣のホテルに個室で宿泊する。この場合、学生には宿泊費を支援する。(6) 懇親会の開催を自粛する。これらの結果、モニタリング活動は、青森・秋田県内の人たちが中心とならざるを得なかった。なお、8月1日のモニタリングでは、秋田市で感染が広がり参加が難しくなったため弘前大学を中心にモニタリングを行い、逆に11月7日には弘前市で

感染が拡大したため秋田県立大学が中心となってモニタリングを行うなどの方策で、一部調査項目を縮小したものの、なんとかモニタリングを継続できた。

しかし、山中泊による調査ができず、調査時間を確保できなかったことから、調査項目を縮小した。本来であれば、9月の2泊3日の調査で、①直径5 cm以上の毎木調査、②低木類・ササ類の調査、③実生調査を行う予定であったが、毎年の動態として大きな動きがあることから③のみについて、日帰り調査の時間や人数をすこし増やすことにより行い、①、②については2020年には行わなかった。

3. 今後の継続体制の強化

2018年度から行ってきた調査地の再整備を継続し、2019年度にすべての調査地の杭を更新した。これまでよりも耐久性の高い杭に交換できたので、今後の調査はやりやすくなるものと思われる。

調査マニュアルについては、これまで主として初回参加者を対象として、コピーによる簡易版を作成し配布してきた。2019年の調査終了後にこれを改訂し、実生の同定に関する記述、行動時における安全面の記述、非常時の連絡体制などの記述を充実したうえで、印刷物とし、参加者に配布するようにした(図2)。また、2018年度に作成したガイドブック「白神山地Q&A」は好評を得ており、残部が少なくなったため、これを再度増刷し、参加者および白神山地来訪者に配布した。

新たなモニタリング参加者を募る目的で、2018年度にチラシ「白神山地ブナ林モニタリング調査へのお誘い」を作成し、2019年度以降も、イベント、西目屋ビジターセンター、秋田県の白神ガイドレベルアップ講習会や青森県のボランティア組織などへ配布した。その結果、年間数名ではあるが、一般の方が関心を示され、



図2 改訂された調査マニュアル

参加してもらえた。

V. モニタリング結果の概要

2019年度は開始から21年目の調査となり、この時点で正味20年間の変化をふくむ結果が得られたため、この解析を進めている。現在までの解析結果を含めてその概要を述べる。

1. モニタリングサイトと調査項目

モニタリングは標高の異なる3か所のブナ林でそれぞれ1 haの固定調査地を設けて行ってきた(図3)。調査地や調査項目の設定は20年間で基本的に変更がない(表1)。基本的には、ブナ林の種子生産、実生の発生と生残、稚樹・低木・成木の成長と生残、光・温度環境などがモニタリングされ、ブナ林の構造や種組成、更新状況などの変化がモニタリングできる設定になっている。ただし、台風などの災害や、2020年度の新型コロナウイルスの感染拡大などの理

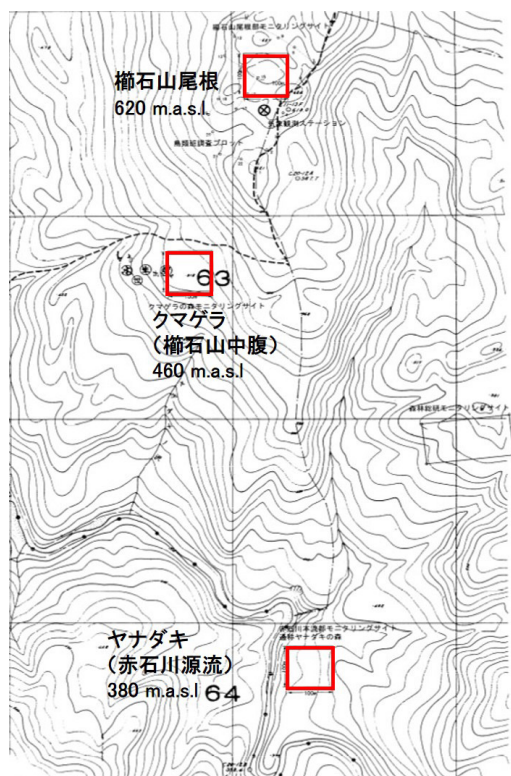


図3 モニタリングサイト

由で欠測を生じている場合もあり、20年間すべてが完ぺきという状態ではない。

2. 現存量の変化

3つの調査地の胸高断面積(BA)は、クマゲラプロットで最も高く、尾根プロットで最小であった。いずれのプロットも、この20年間でいずれも増加傾向にあった(図4)。2000年から2005年にいくつかの台風がこの地域を通過し、尾根プロットとクマゲラプロットでは林冠木の倒木がありBAが一時的に減少した。また、クマゲラプロットでは、2014年にも倒木があり、一時的なBAの減少が見られたが、いずれのプロットでも、BAは20年間で5%前後増加している。

3. 林分構造

3つの調査地の林分構造は設定時から異なっていた。最も標高の低いヤナダキプロットと標高の高い尾根プロットでは、逆J字型の直径分布を示し、この20年間で大径木が何本か死亡

表1 モニタリング項目の一覧

調査項目	観測頻度	観測期間	調査内容
調査方形区	設定時のみ	1999	1haプロット3箇所(赤石川河岸、櫛石山中腹、櫛石山尾根)地形測量
成木	毎年	1999-	胸高直径5cm以上の樹木を対象 胸高直径(毎年)、位置 樹高(一部の樹木)
低木	毎年	2000-	樹高30cm以上、2×5m枠×10個/プロット 胸高直径、高さ(毎年)
ササ	毎年	2000-	すべての稈、2×5m枠×10個/プロット 根本直径、稈長(発生当年のみ)、生死(毎年)
実生	毎年	1999-	高さ30cm未満、1×1m枠×40個/プロット 高さ(毎年)
種子	夏季のみ毎月	1999-	0.5m2のシードトラップ×20個/プロット 1か月ごとに回収、仕分け 種子数(状態:未熟、虫食い、しいな、健全)、リター量
光条件	5年に1回	2000, 2005年, 2010年, 2015年	全天写真(2000年) 実生枠(1×2m)につき一地点、地表、ササの上(2m)
地温	毎時	1999-	各プロット1点
気温・湿度	夏季のみ毎時	1999-	各プロット1点

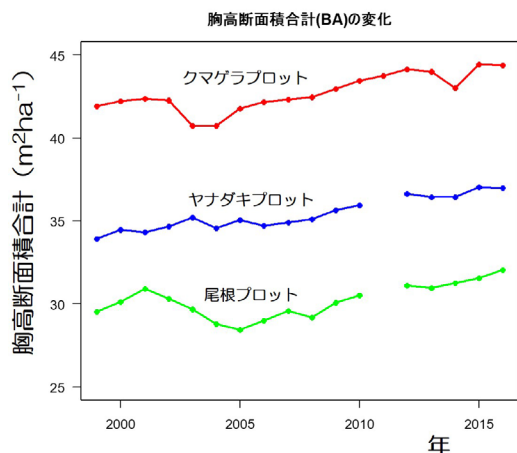


図4 断面積合計の年次変化. ヤナダキプロット, 尾根プロットの2011年は欠測(板橋ら 未発表)

し、小径木が増加している。これに対して、中間の標高域にあるクマゲラプロットは、地滑りに起源する一斉林型の直径分布をしてしており、この20年間で直径(DBH)10–30 cmの個体が減少し、大径木が増加していることがわかる(図5)。

4. 樹木の成長速度

直径ごとの樹木の成長パターンもプロットごとに異なっていた(図6)。ヤナダキプロットでは、大径木で成長が次第に早くなってきたが、中・小径木の成長は低下してきた。クマゲラプロットでも大径木の成長速度は増加しているの

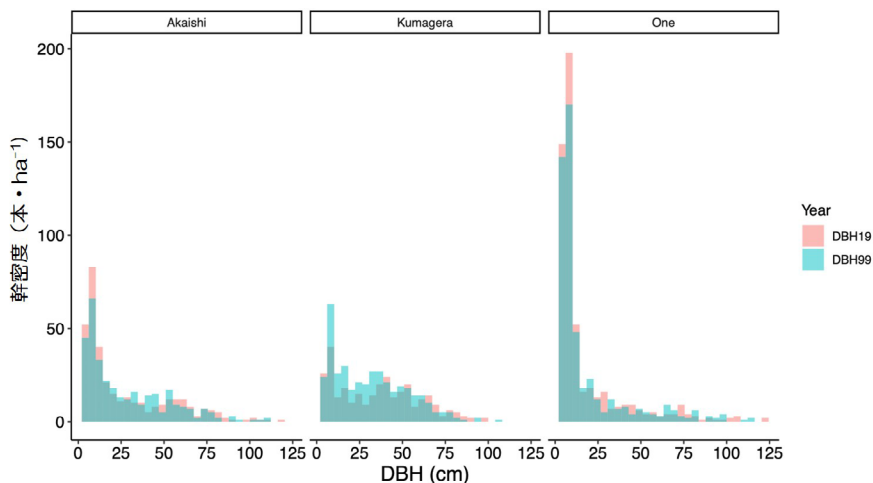


図5 各プロットの直径分布の変化(板橋ら 未発表)

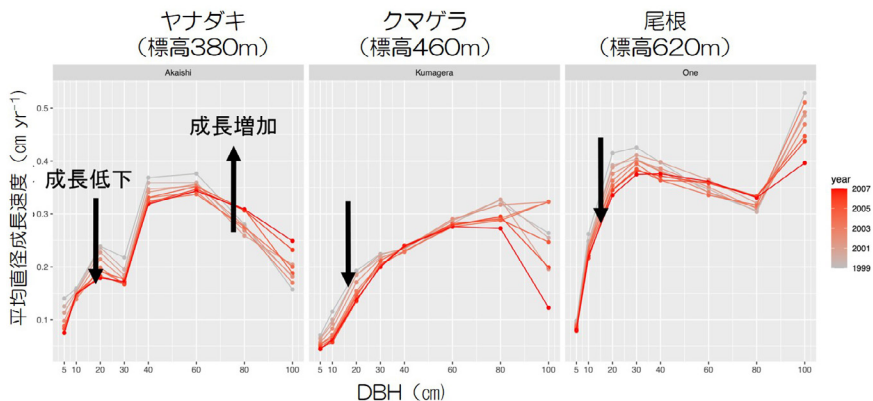


図6 直径サイズごとの平均成長速度の変化(板橋ら 未発表)

に対して、中径木では変化せず、小径木で低下していた。尾根プロットでは、DBH80 cm 以上の大径木と DBH40 cm 以下の中・小径木の成長低下が顕著であった。

5. 種子生産量の年変動

3つの調査地とも、2000年に種子の大豊作があった後、共通した大豊作がほとんど見られなかったが、2018年にはブナ的大量開花・結実が共通して見られた(図7)。ヤナダキプロットでは、2005年にも大量の開花が見られたが、多くの種子が昆虫食害を受け、健全種子はわずかであった。クマゲラプロットでは、2002年にもかなりの数の種子生産があったものの、それ以来2018年まで大きな種子生産がなかった。尾根プロットでは、2003年、2005年にある程度の開花が見られ、2003年には多少の結実が見られたが、2005年にはほとんどが食害を受け、2018年まで大量の健全種子結実は見られなかった。このように、2000年と2018年が顕著な豊作年といえ、最近約20年間で白神全体にわたる顕著な豊作は、この2年以外にほとんどなかったと言える。また、標高の低いヤナダキプロットではとくに結実量が少なく、標高の

高い尾根プロットでは大量の結実が見られることなどは、気候変動の影響を温度の高い場所で受けている可能性を示唆するが、その科学的証明にはさらに長期の観測を要するものと考えられる。

6. 実生の発生量の変化

ブナ実生個体群の動態は、ブナの種子生産を反映している(図8)。全体に、実生の発生量は標高の高い尾根プロットで多く、標高の低いヤナダキプロットで少ない。また、大豊作翌年の2001年、2019年には大量の実生が発生しているが、その他の年には少ない。こうした大豊作の翌年に供給された実生も、その後1-2年で大幅に減少する様子が顕著である。とくに、標高の低いヤナダキプロットでは、この20年間実生密度が非常に低い状態となっており、この点も気候変動の影響を示唆するが、明確には判断が難しい。

7. モニタリング結果全体のまとめ

以上のようなモニタリング結果をまとめると、それぞれのプロットの20年間の変化が理解できる。まず、ヤナダキプロットは、逆J字型の原生林に近い構造をしているが、台風など

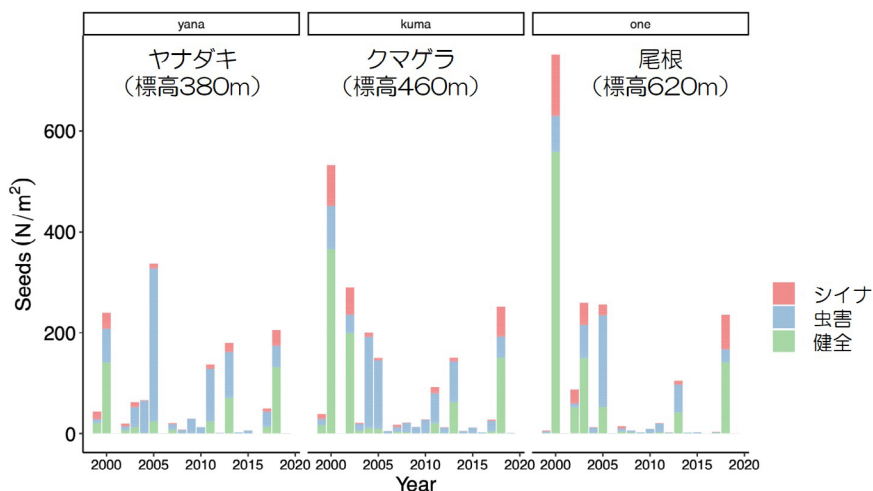


図7 ブナの種子生産量の年変化(板橋ら 未発表)

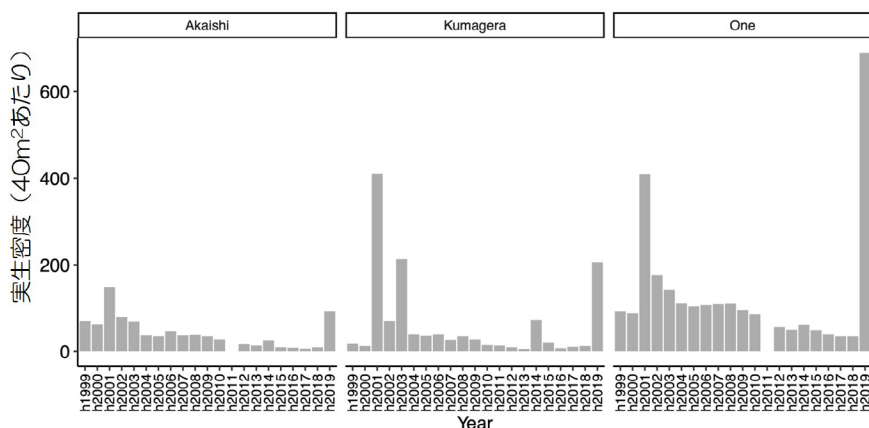


図8 ブナの実生密度の年変化（板橋ら 未発表）

で大径木が倒れ、小径木が増加しているが小径木全体の成長速度はむしろ低下し、大径木の成長速度が速くなっている。クマゲラプロットでは、一斉林型の構造をもっていたが、大径木がやや増加すると同時に中径木が減少しており、しだいに原生林型の構造に移行している様子がわかる。尾根プロットでは、もともと直径1mを超える大径木が多い発達した森林であったが、こうした大径木が台風などで枯死し、小径木が増加していることから、やや若返りが進んでいる状況とみることができる。

種子生産や実生発生という更新の初期段階を見ると、標高の高い尾根プロットではある程度の実生が確保されているものの、標高の低いヤナダキプロットでは種子生産量も実生発生量もこの20年間で少なく、更新状況が悪い。この点は温暖化の影響を示唆するものの、確定するには至っていない。

VI. おわりに

2019年には、これまで20年間のデータをまとめてデータベースとして整備し、整備したデータセットを西目屋にある環境省の世界遺産センターに保存したほか、調査会の主要メンバーで共有した。20年間のブナ林の変化は現

在論文としても取りまとめ中である。

この数年間で、モニタリング活動の長期継続のために、調査インフラの整備、マニュアルや緊急時の対策整備、人材育成のための広報活動などを進めることができた。また、モニタリング活動は市民と協働した研究の例として公表される予定である（蒔田ら 印刷中）。さらに、2019年には、これまでの活動が評価され、イオン財団から第6回生物多様性アワード優秀賞を受賞した（図9）。

2020年には、新型コロナウイルスの影響もあって、一部の活動を縮小せざるを得なかったが、今後の調査継続や危機管理をするうえで大



図9 生物多様性アワードの受賞式

きな示唆を得た。こうしたリスクはこれまで意識してこなかったが、今後は前提とした対策を整備してゆく必要があるだろう。

引用文献

環境省 2003. 白神山地世界遺産地域の森林生態系保全のためのモニタリング手法の確立と外縁部の森林利用との調和を図るための森林管理に関する研究.
<http://www.env.go.jp/policy/digest/h15/pdf/027-1.pdf>
蒔田ら 印刷中. みんなで見守る白神山地～ブナ林モニタリング調査会の目指すもの. 日本生態学会誌.
中静 透ら 2003. 「白神山地における異なった構造をも

つブナ林の動態モニタリング」東北森林科学会誌 第8巻第2号.

中静 透 2013. 雪の恵み—白神山地. 増沢武弘・沢田均・小南陽亮（編）「世界遺産の自然の恵み」文一総合出版, 18—29.

温暖化影響総合予測プロジェクトチーム 2008. 「温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」報告書, 環境省.

白神世界遺産科学委員会 2016. 会議資料

白神世界遺産科学委員会 2020. 会議資料

白神山地モニタリング調査会 2009. 世界遺産白神山地モニタリング調査報告書作成（平成 11-20 年度）

One hundred years of monitoring of beech forests in Shirakami Mountains

NAKASHIZUKA Tohru, ISHIDA Kiyoshi, MAKITA Akifumi,
ISHIBASHI Shiro, AKATA Tatsuji, KANBAYASHI Tomohiro,
SAITO Munekatsu, MATSUI Kiyoshi, JIN Manami,
NAKAYAMA Takashi, HIRAKAWA Kunio, NOHARA Nanae,
WATANABE Yohei and OHNO Misuzu

Forest dynamics and regeneration have been monitored at three beech stands with different forest structure in the core area of Shirakami-Sanchi World Natural Heritage area. The monitoring has been conducted by the collaboration among researchers, local citizen, government and student volunteers for 22 years since 1999. In fiscal 2018, we continued the survey with updating equipment, renewing posts in monitoring sites, as well as a symposium and an event celebrating 20 years of anniversary, expecting outreach effect of monitoring activities to the general public. Basal areas of the 3 plots all tended to increase, while the changes in population structure were different among the plots. Most seedlings occurred in 2018 and lots of seedling emerged in 2019. The seeding was second largest after 2000, though the amounts of seeds and seedlings were small in lower altitude. Several maintaining works necessary for further continuation of monitoring were conducted.

Keywords: citizen participation, forest dynamics, regeneration, World Heritage