

仙台市文化財調査報告書第495号

仙台市指定天然記念物

泉ヶ岳のミズバショウほか湿生植物群生地
モニタリング調査報告書

— 平成24年度～令和2年度調査 —

2022年3月

仙台市教育委員会



口絵1 泉ヶ岳のミズバショウの開花状況（「自然区」、平成29年春期）



口絵2 泉ヶ岳のミズバショウの開花状況（「刈り払い区」、平成29年春期）



口絵3 樹木刈り払い前の「刈り払い区」の状況（平成24年春期）



口絵4 樹木刈り払い後の「刈り払い区」の状況（平成31年春期）

序 文

仙台市の北西部に位置し、県立自然公園内にある泉ヶ岳は、古い火山で、頂上からすぐの南東側は急な斜面となり、その先はなだらかな溶岩台地を形成しています。その台地上の芳の平に広がる湿原にはミズバショウの群生地があります。このミズバショウ群生地は、昭和 40 年(1965)に旧泉町教育委員会によって天然記念物に指定され、現在は周辺の湿生植物も含めた「泉ヶ岳のミズバショウほか湿生植物群生地」として、仙台市の天然記念物に指定されています。

仙台市では、昭和 62 年度に芳の平の自然の貴重性を認識した上で、今後の開発を検討するために地形、地質、動植物、景観に関する実地調査を依頼し、芳の平学術調査委員会編「泉ヶ岳・芳の平学術調査報告書」を刊行しました。その後も、平成 3 年度に仙台市教育委員会編「泉ヶ岳のミズバショウ群生地の自然環境調査報告書」を刊行、近年では泉ヶ岳少年自然の家の改築事業にあたって、泉ヶ岳のミズバショウほか湿生植物群生地植物生態調査を行っています。

このたびの調査は、「泉ヶ岳のミズバショウほか湿生植物群生地」を将来にわたって良好に保存・活用していく指針の策定を目的とした記録作成のため、平成 24 年度から令和 2 年度の 9 年間にわたり専門家の指導のもと実施したものです。本報告書では、モニタリング調査の結果をもとに、光条件がミズバショウや湿生植物に与える影響を考察し、管理指針を示しました。今後も永く泉ヶ岳の豊かな自然を保全するにあたり、本書がその一助となれば幸いです。

最後に、この調査を行うにあたり、ご指導をいただいた先生方、泉ヶ岳利活用推進市民会議の皆様、ご協力を賜りました多くの方々に、心より感謝申し上げます。

令和 4 年 3 月

仙台市教育委員会
教育長 福田 洋之

目 次

口絵	
序文	
目次・例言	
1 経緯と目的	1
2 調査の計画	2
3 調査の方法	
3.1 調査準備	3
3.2 継続的な観察調査	4
3.3 樹木刈り払い	7
4 結果・分析	
4.1 ミズバショウ及び調査地の植生について	9
4.2 木本調査	13
4.3 開空度の年変化	16
4.4 ミズバショウ個体群調査	19
4.5 草本調査	38
5 考察	
5.1 ミズバショウ群落衰退の原因	40
5.2 上層樹木刈り払いの効果	40
5.3 ミズバショウ群落保全のための提言	42
資料 仙台市指定天然記念物「泉ヶ岳のミズバショウほか湿生植物群生地」の保存管理の指針	

例 言

1. 本書は、仙台市教育委員会文化財課が泉ヶ岳利活用推進市民会議と協働で平成24年(2012)度から令和2年(2020)度にかけて行ったモニタリング調査の結果をまとめた報告書である。
2. 本書の本文執筆、表、挿図、写真図版の作成等については、以下のように分担した。
 - 1～3 仙台市教育委員会文化財課
 - 4,5 中静透(国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所理事長)
小黒芳生(国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所森林植生研究領域主任
研究員)
3. 掲載写真については写真の提供者を各図版のキャプションに示した。提供者表記のないものは、仙台市教育委員会文化財課、4,5は中静透、小黒芳生の提供による。

1 経緯と目的

(1) 保護の状況

「泉ケ岳のミズバショウほか湿生植物群生地」は、仙台市泉区福岡字岳山に所在する、仙台市指定天然記念物である。昭和40年5月12日に旧泉町指定天然記念物「ミズバショウ」として指定された（岳山6番19、面積56,463㎡）が、昭和63年5月に、当時の泉市（旧泉町）と仙台市の合併により仙台市指定天然記念物となった。平成7年5月、ミズバショウが群生する湿原には、他にも絶滅の恐れがある貴重な植物が多数自生していることから、周辺地域を追加指定し、名称を変更して、現在の「泉ケ岳のミズバショウほか湿生植物群生地」（岳山6番14、同16、同20を追加。追加指定後面積241,321㎡）となった。なお、指定範囲は、宮城県立自然公園「県立自然公園船形連峰」内の第3種特別地域に該当している。

(2) 調査の経緯

平成22年12月に、泉ケ岳利活用推進市民会議（事務局 泉区まちづくり推進課。以下、市民会議と称する）より仙台市あてに要望書が提出され、泉ケ岳のミズバショウ群生地を囲む近隣地域の環境変化に対し、管理計画の早急な策定や、環境保全に係る協働体制の構築、文化財指定範囲外での環境保全の協働が要望された。

仙台市教育委員会では、市指定文化財である「泉ケ岳のミズバショウほか湿生植物群生地」を将来にわたって良好に保存・活用していくためには保存管理計画の策定が望ましいと考えたものの、その検討・作成にあたって必要な、科学的な根拠が不足していたことから、保存管理計画の策定に向けた観察・調査等記録の作成を目的として、ミズバショウのモニタリング調査を実施することとした。

モニタリング調査においては、生育状況の記録作成に加え、より積極的な保存管理の可能性を見据えて、試験的な試みによる影響調査を行うこととした。ミズバショウ衰退の要因として、湿地の陸地化や中低木の繁茂による日照不足が指摘されており、それぞれ水条件、光条件を変えることで影響を観察することができると予想された。しかしながら、ミズバショウ以外の湿生植物も指定対象であり、それらへの影響の予測ができないこと、特に水条件は周辺に与える影響が大きく、加えて影響範囲の確認が難しいこと、事前の準備に時間を要すること等から、今回の調査では、周囲環境へ与える影響が小さく、早期の着手が可能であるという条件を満たした、光条件の影響を調査対象とした。

なお、調査結果は、当該文化財の保存管理の方針や現状変更の取扱いを整理した保存管理の指針としてまとめた。



図1 調査位置図

2 調査の計画

(1) 調査概要

ミズバショウの個体群及び周辺樹木、周辺植物の生育状況を記録するため、以下の項目を継続的に観察した。あわせて、光条件の差による影響を検証するため、樹木刈り払いによって光条件を変えた調査区を設定し、同様の観察を行った。

- ①ミズバショウ個体群 ②ミズバショウ周辺の樹木 ③ミズバショウ周辺の植物

(2) 調査体制と調査期間

調査は、仙台市教育委員会文化財課が主体となり、市民会議との協働によって実施した。実施に当たっては、中静透氏（現在、国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所理事長）、小黑芳生氏（現在、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）より、技術的な指導を受けた。

調査期間は、平成24年度から同28年度までの5カ年度の予定で開始したが、平成27年9月に、調査方法を変更して期間を延長し、令和2年度までの9カ年度となった。春期（開花時期）と夏期（結実時期）の年2回の調査を基本とし、夏期調査終了後に調査結果を共有するための報告会を実施した。また、必要に応じて、秋期調査を実施した。詳細な実施状況は表1の通りである。

表1 調査の実施状況

調査年次	年度	月日	内容	備考
1年目	平成24年度 (2012)	4月10日(火)	資材準備	IDポールの作成。延べ25名
		5月1日(火)	春期調査	参加者延べ26名
		6月26日(火)	夏期調査	参加者延べ22名
		11月15日(木)	秋期調査	1回目刈り払い。参加者延べ21名
		3月28日(木)	報告会	参加者延べ18名
2年目	平成25年度 (2013)	5月1日(水)	春期調査	参加者延べ22名
		6月24日(月)	夏期調査	参加者延べ15名
		12月16日(月)	中間報告会	参加者延べ18名
		2月26日(水)	報告会	参加者延べ15名
3年目	平成26年度 (2014)	4月21日(月)	春期調査	参加者延べ16名
		6月1日(火)	夏期調査	参加者延べ21名
		2月4日(水)	報告会	参加者延べ21名
4年目	平成27年度 (2015)	4月24日(金)	春期調査	参加者延べ20名
		6月22日(月)	夏期調査	参加者延べ29名
		10月4日(日)	報告会	参加者延べ22名
		10月27日(月)	秋期調査	2回目刈り払い。参加者延べ26名
5年目	平成28年度 (2016)	4月25日(月)	春期調査	参加者延べ21名
		6月15日(水)	夏期調査	参加者延べ22名
		11月2日(水)	報告会	参加者延べ16名
6年目	平成29年度 (2017)	4月20日(木)	春期調査	参加者延べ27名
		6月15日(木)	夏期調査	参加者延べ22名
		10月11日(水)	報告会	参加者延べ22名
7年目	平成30年度 (2018)	4月25日(水)	春期調査	参加者延べ21名
		6月15日(金)	夏期調査	参加者延べ24名
		10月15日(月)	報告会	参加者延べ24名
		10月23日(火)	踏板敷き直し	
8年目	令和元年度 (平成31年度) (2019)	4月22日(月)	春期調査	参加者延べ20名
		6月14日(金)	夏期調査	参加者延べ24名
		11月6日(月)	報告会	参加者延べ21名
9年目	令和2年度 (2020)	4月22日(水)	状況確認	春期調査中止
		6月11日(木)	夏期調査	参加者延べ19名
	令和3年度 (2021)	12月24日(木)	報告会	参加者延べ23名
		3月31日(木)	調査報告書刊行	

3 調査の方法

3.1 調査準備

(1) 調査地及び調査区

調査地は、指定範囲のうち、木道が設置されていない南側を選択した。一般の来訪者による湿地立入りを防ぐため、林道から離れた場所を選んだ（図1参照）。

調査区は、任意の位置に、10m×10mの「基本調査区」を設定し、「基本調査区」内に、70cm×70cmの「小調査区」を10区画配置した。踏み込みによる湿地及びミズバショウ等植物への影響を少なくするため、「小調査区」への動線として、踏板を敷いた。条件を変えた調査区を観察するため、「基本調査区」は隣接して2区画を設定し、北側を「刈り払い区」、南側を「自然区」と名付けた。よって、観察対象の「小調査区」は計20区画である（図2参照）。

(2) 調査の資材・道具、その他諸手続き

調査で使用した資材や道具の仕様は、表2の通りである。

また、当該調査は、市指定天然記念物の現状を変更する行為であることから、事前に現状変更許可申請を行い、仙台市教育委員会の許可を得た。また、調査地である泉区岳山6番19は、仙台市有地（経済局農政企画課所管）であることから、実施にあたっては、行政財産目的外使用承認を受けた。

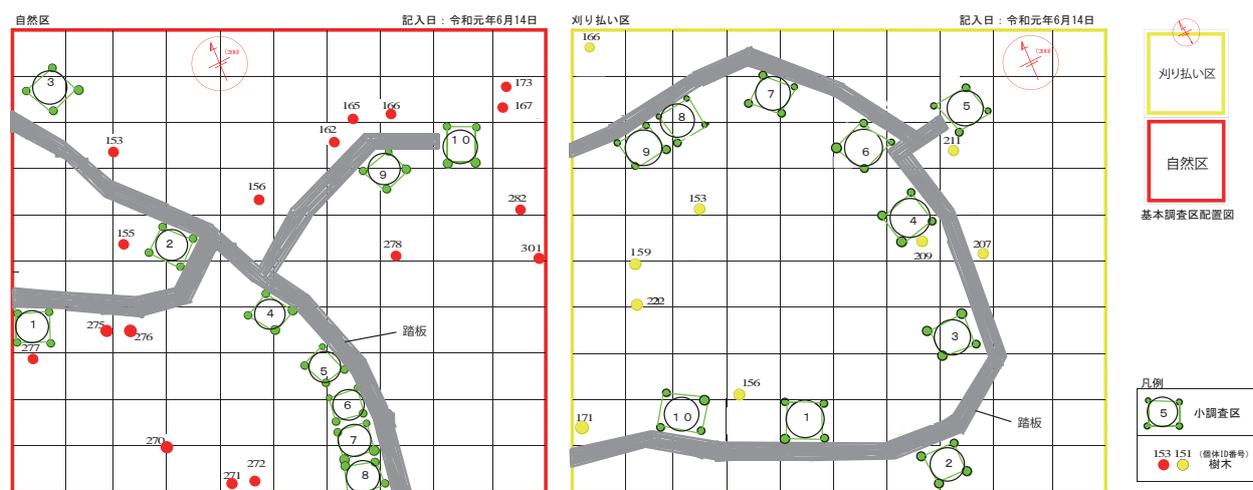


図2 調査区配置図（左：自然区 右：刈り払い区）

表2 調査の資材・道具

踏板	湿地及びミズバショウ等植物への影響を少なくするため、幅30cm×長1250cm（2500を半分にして使用）×厚3cmの板を、地形に合わせて配置し、調査区内の通路とした。踏板は撤去・復旧が可能なように、特に固定せず、湿地上に置くだけとした。
基本調査区	10m四方の方形区画を、隣接する南北2箇所を設定し、四隅に木製杭（径2.0cm×長50cm）を打って目印とした。木製杭に沿って、リボンをつけた竹を立て、より区画範囲を分かりやすくした。
小調査区	「基本調査区」内の踏板沿いに、70cm四方の「小調査区」を「基本調査区」ごとに10区画、計20区画設定し、四隅に塩ビパイプ（径1.6cm×長50cm）を打って目印とした。塩ビパイプ間には特に紐などを張ったりはしない。各パイプに、布ガムテープで「小調査区」番号を表示した。
IDボール	長50cmごとに切断した径2mmのステンレス針金について、ペンチで片端に輪を作って、ナンバーテープをホッチキスで取り付けした。ナンバーテープは「自然区」と「刈り払い区」で色を変えた。
調査道具	常用：バインダー、筆記用具、調査用紙（配置図、調査票など）、カメラ、予備のIDボール、ナンバーテープ、ハサミ、ホッチキス（開いて使用できるもの）、布ガムテープ、ビニールテープ、マジックペン 計測調査時：折れ尺、コンバックス、巻尺（あるいは布メジャー） 樹木剪定時：ばねばかり、ブルーシート、サンプル用ビニール袋、鉋、ノコギリ、（チェンソー）

3.2 継続的な観察調査

加えて、宮城県立自然公園「県立自然公園船形連峰」内の第3種特別地域に該当していることから、樹木刈り払いにあたり、木竹の伐採許可申請を行い、宮城県の承認を得た。

3.2 継続的な観察調査

2つの「基本調査区」において、以下の項目を観察し、記録した。

(1) ミズバショウ個体群

群生地におけるミズバショウの生育状態を把握するため、各「小調査区」内に生えるミズバショウについて、開花時期（春期）に茎ごとの開花数を、結実時期（夏期）に、茎ごとの最大葉長と花穂数（結実数）を測定した（図3参照）。

ミズバショウは、1つの株（根茎）から複数の茎を出すことに加え、茎は毎年葉を落として根茎から芽吹くことから、同一の茎を継続的に観察することが困難である。そのため、調査では、できるだけ同一と思われる茎個体を観察し、調査の精度を高めるため、ミズバショウの各茎に「IDポール」で茎ID番号を付した（写真1参照）。また、同一株から生じていると思われる茎群には、それらの茎ID番号のうち、最も若い番号を共通の株ID番号として付した。

この茎と株の配置について、「小調査区」ごとに写真で記録したが、毎年積雪や獣害により、「IDポール」の位置がずれ、茎個体と茎ID番号の同定作業に時間を要したことから、調査6年目の平成29年度より、略図を作成した（図4、写真2～3参照）。

なお、4回の調査の間、連続して観察できなかった個体（例えば、2012年夏、2013年春、2013年夏、2014年春に連続して見られなかった個体）は枯死したものとして扱った。

(2) ミズバショウ周辺の樹木

樹木刈り払いの実施に向けた基本データの収集のため、「基本調査区」内に生える、胸高（地面より約130cmの高さ）周囲長10cm以上の樹木の幹あるいは枝に幹ID番号を付けて、調査区配置図に位置を記録し、周囲長を測定した（図5参照）。番号付けは、ナンバーテープをホッチキスで幹等に打ち付けることにより行った。同一幹から生じているひこばえの枝群には、それらの幹ID番号のうち、最も若い番号を共通の個体ID番号として付した。図2の調査区配置図中の番号は、樹木の個体ID番号である。

また、「基本調査区」の光条件を調べるため、各「小調査区」で全天写真を撮影し、開空度を測定した。全天写真とは、魚眼レンズなどの超広角レンズを用いて、撮影地点から空全体を撮影した写真である（写真4～5参照）。

なお、この樹木調査は、夏期のみ実施した。



写真1 「小調査区」及びIDポール設置状況

3.2 継続的な観察調査



写真4 「刈り払い区」10の全天写真（平成27年夏期）。2回目の刈り払い前の状況（小黒芳生氏提供）

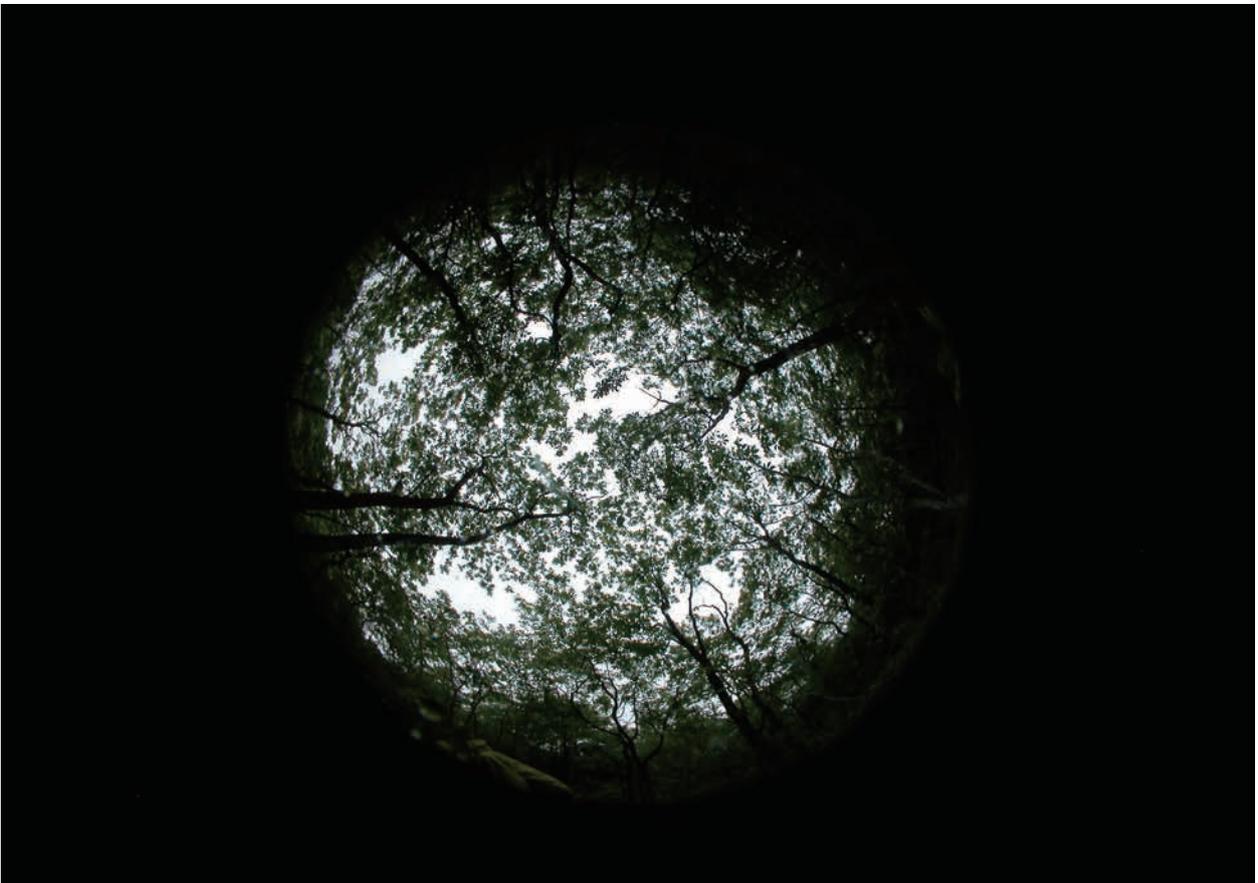


写真5 「刈り払い区」10の全天写真（平成28年夏期）。2回目の刈り払い後の状況（小黒芳生氏提供）

(3) ミズバショウ周辺の植物

「基本調査区」内に生える、特定の草本植物について、種類とともに調査区配置図に記録した。このほか、希少な植物が確認された場合も名前と位置を記録した（図6参照）。

特定の植物は、コバイケイソウ、エゾリンドウ、ショウジョウバカマ、コバギボウシなどである。

なお、この植物調査は、夏期のみ実施した。

3.3 樹木刈り払い

光条件の差によるミズバショウへの影響を観察するため、2つの「基本調査区」のうち、「刈り払い区」において、一定の条件に基づいて、樹木の刈り払いを行い、「自然区」との比較を試みた（表3参照）。

(1) 1回目刈り払い

平成24年度秋期調査において、胸高直径5cm（周囲長15.7cm）未満の幹等に対し、刈り払いを行った。刈り払いは地際で行って根を残し、刈り払った幹等は、調査区外へ搬出した。刈り払った幹等について、ばねばかりで重量を計測し、樹齢観察を行った。

刈り払い対象の設定について、調査対象は市指定天然記念物であり、軽微な影響を与える行為を越える内容については、現状変更許可を得ることができないため、環境の変化が大きく、湿地を傷める可能性がある太い幹の刈り払いや調査区内の全樹木の伐採は出来なかった。一方で、樹冠下であっても低木が少ない環境では十分なミズバショウ生育の事例があることから、直径5cm未満という数値が設定された。

なお、ミズバショウは、前年の夏期の光合成により栄養分を蓄え、翌年春期の展葉を行うことから、前年秋期の刈り払いの影響は、翌年春期・夏期の生育には影響を与えないとされる。そのため刈り払いの影響が確認できるのは、刈り払いを行った翌々年の春期以降であり、平成24年秋期の刈り払いの影響は平成26年春期以降と推測することができる。

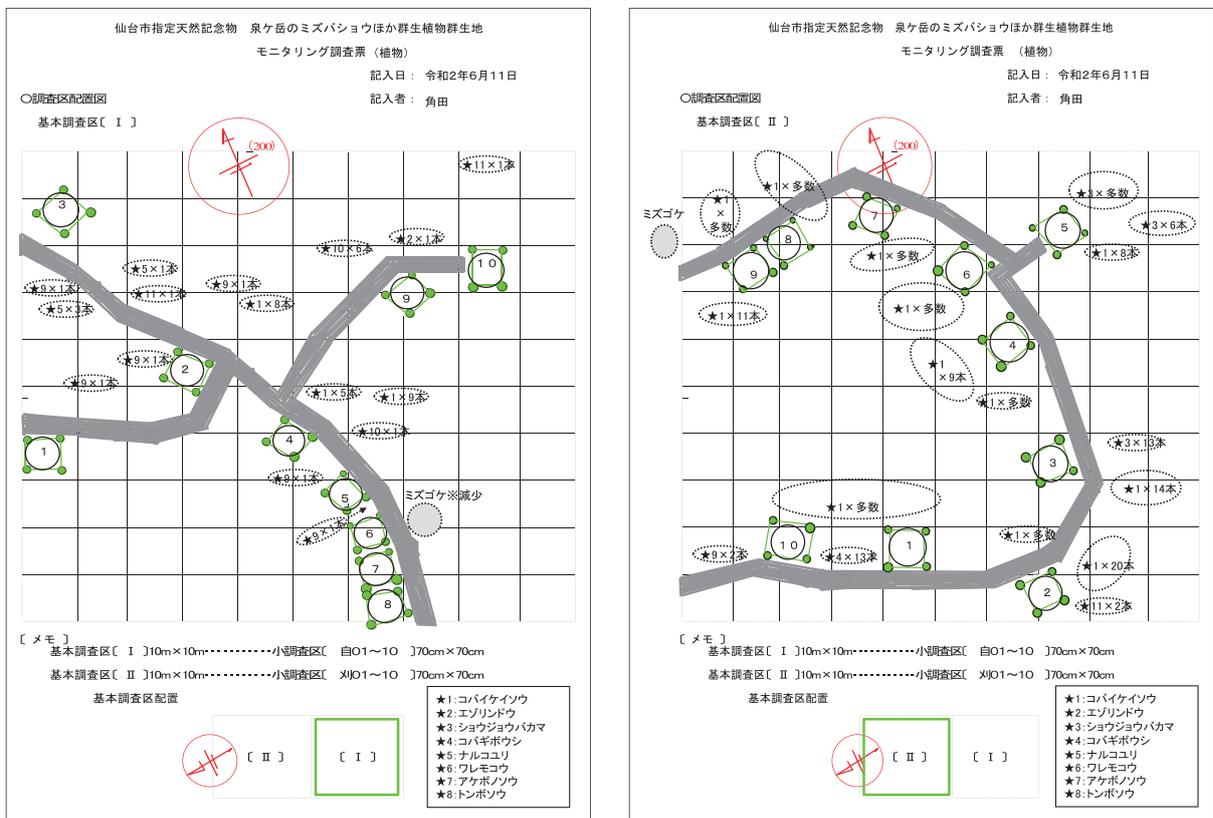


図6 周辺の植物調査例（左：自然区 右：刈り払い区）

3.3 樹木刈り払い

(2) 2回目刈り払い

平成26年夏期までの調査結果から、平成24年の樹木刈り払いは、ミズバショウに明確な影響を与えてはいない可能性が示された。平成27年の夏期調査結果からも、明確な影響を与えていないとの分析結果が示されたことから、樹木刈り払いの影響をより確実に調査するため、平成27年9月に、調査期間を平成28年度までの5カ年から令和2年度までの9カ年に延長し、1回目刈り払いと同じ「刈り払い区」において、より規模を拡大した樹木刈り払いを行うことを決定した。

2回目の刈り払いは、平成27年秋期調査において、胸高直径10cm（周囲長31.4cm）未満の幹等に対して行った。刈り払いの方法は、1回目刈り払いと同様である。

表3 「刈り払い区」樹木一覧

基本調査区	個体ID番号	幹ID番号	樹種	H24			H25	H26	H27	備考
				周囲長 (cm)	直径 (cm)	樹高 (m)	周囲長 (cm)	周囲長 (cm)	周囲長 (cm)	
刈り払い	201	201	トネリコ	27.0	8.6	5.88	27.3	27.9	未記入	H27刈り払い
刈り払い	202	202	トネリコ	26.0	8.3	5.73	25.8	26.0	未記入	H27刈り払い
刈り払い	203	203	トネリコ	21.4	6.8	5.03	22.0	22.1	23.2	H27刈り払い
刈り払い	203	204	トネリコ	18.0	5.7	4.51	18.0	18.2	18.5	H27刈り払い
刈り払い	203	205	トネリコ	19.2	6.1	4.69	19.5	19.8	20.2	H27刈り払い
刈り払い	203	206	トネリコ	19.7	6.3	4.77	19.1	19.3	21.0	H27刈り払い
刈り払い	207	207	トネリコ	31.5	10.0	6.57	32.3	32.1	33.5	
刈り払い	207	208	トネリコ	29.5	9.4	6.27	30.1	30.9	32.6	
刈り払い	209	209	トネリコ	55.0	17.5	10.18	55.2	55.3	56.6	
刈り払い	210	210	トネリコ	18.5	5.9	4.58	18.9	19.2	20.3	H27刈り払い
刈り払い	211	211	ハンノキ	57.5	18.3	10.56	57.2	57.8	58.2	
刈り払い	212	212	トネリコ	15.3	4.9	4.09				H24刈り払い
刈り払い	213	213	トネリコ	20.3	6.5	4.86	20.2	20.5	21.2	H27刈り払い
刈り払い	213	214	トネリコ	13.2	4.2	3.77				H24刈り払い
刈り払い	215	215	トネリコ	19.0	6.1	4.66	19.4	20.0	20.8	H27刈り払い
刈り払い	215	216	トネリコ	14.8	4.7	4.01				H24刈り払い
刈り払い	217	217	トネリコ	22.8	7.3	5.24	22.9	23.2	24.0	H27刈り払い
刈り払い	218	218	トネリコ	23.8	7.6	5.39	24.5	24.8	25.4	H27刈り払い
刈り払い	219	219	トネリコ	22.8	7.3	5.24	23.1	23.4	24.2	H27刈り払い
刈り払い	220	220	ミヤマウメドキ	10.0	3.2	3.28				H24刈り払い
刈り払い	221	221	トネリコ	20.6	6.6	4.90	20.0	20.3	未記入	H27刈り払い
刈り払い	151	151	ミヤマウメドキ	14.5	4.6	3.97				H24刈り払い
刈り払い	152	152	ノリウツギ	10.2	3.2	3.31				H24刈り払い
刈り払い	153	153	ハンノキ	51.5	16.4	9.64	49.7	50.8	51.9	
刈り払い	154	154	トネリコ	15.5	4.9	4.12				H24刈り払い
刈り払い	155	155	トネリコ	23.5	7.5	5.35	23.1	23.4	23.8	H27刈り払い
刈り払い	156	156	トネリコ	38.0	12.1	7.57	38.8	39.4	40.6	
刈り払い	156	157	トネリコ	26.0	8.3	5.73	25.8	26.1	26.7	H27刈り払い
刈り払い	156	158	トネリコ	32.0	10.2	6.65	33.3	33.5	34.6	
刈り払い	159	159	トネリコ	16.0	5.1	4.20	16.0	16.1	16.5	H27刈り払い
刈り払い	159	160	トネリコ	31.3	10.0	6.54	31.5	31.8	32.3	
刈り払い	222	222	トネリコ	31.0	9.9	6.50	31.1	32.5	32.3	
刈り払い	161	162	トネリコ	18.9	6.0	4.64	18.4	18.9	20.0	H27刈り払い
刈り払い	163	163	ミヤマウメドキ	11.5	3.7	3.51				H24刈り払い
刈り払い	163	164	ミヤマウメドキ	13.5	4.3	3.82				H24刈り払い
刈り払い	163	165	ミヤマウメドキ	12.4	3.9	3.65				H24刈り払い
刈り払い	166	166	トネリコ	39.0	12.4	7.72	38.7	39.3	41.0	
刈り払い	166	167	トネリコ	32.7	10.4	6.76	33.5	33.8	34.6	
刈り払い	166	168	トネリコ	44.5	14.2	8.57	45.2	45.8	47.0	
刈り払い	166	169	トネリコ	46.0	14.6	8.80	46.3	47.1	48.3	
刈り払い	166	170	トネリコ	14.3	4.6	3.94				H24刈り払い
刈り払い	171	171	トネリコ	40.3	12.8	7.92	40.5	41.3	42.0	
刈り払い	171	172	トネリコ	25.0	8.0	5.58	26.2	27.3	30.0	H27刈り払い
刈り払い	171	173	トネリコ	18.4	5.9	4.57	19.0	19.2	20.2	H27刈り払い
刈り払い	174	174	トネリコ	11.5	3.7	3.51				H24刈り払い
刈り払い	174	175	トネリコ	11.0	3.5	3.43				H24刈り払い
刈り払い	A-1	A-1	トネリコ	-	-	-	20.5	20.2	21.4	H27刈り払い



写真6 刈り払い前の「刈り払い区」の状況 (平成24年夏期)



写真7 刈り払い後の「刈り払い区」の状況 (平成28年夏期)

4 結果・分析

4.1 ミズバショウ及び調査地の植生について

(1) ミズバショウについて

ミズバショウ (*Lysichiton camtschatcensis*) はサトイモ科ミズバショウ属の多年草で、冷温帯から亜寒帯の湿地に生育する。南限は兵庫県養父市、北はカムチャッカ半島まで分布が知られており、主として日本海側の多雪地に多い。宮城県内でも、泉ヶ岳のほか、七ヶ宿町、白石市、栗原市、加美町などに群生地が知られている。

白い仏炎苞に包まれて最大 300 個ほどの小花からなる花序があり（写真 8）、授粉後に肥大して果穂をつくる。開花時には葉が未展開であるが、結実時には大きく展開し、最大では長さ 1m を超す場合もあるが、泉ヶ岳では最大でも 70～80cm 程度とやや小さい。泉ヶ岳では、4 月上旬の雪解けすぐに開花が始まり、6 月には結実して果実が落下する。6 月下旬の果穂は柔らかく、簡単にバラバラになる。



写真 8 ミズバショウの花と果実（泉ヶ岳で撮影）

(2) 調査地の植生

ミズバショウ群生地は泉ヶ岳芳の平の標高 490m 付近の平坦な場所にあり、原植生としては冷温帯の落葉広葉樹林であったと思われる。地形が平坦で、かつところどころに湧水があったため湿性の場所が生じ、そうした場所にミズバショウが自生したと考えられる。現在、ミズバショウが生育しているのは、ハンノキやトネリコが高さ 10～15m で林冠を形成し、下層にミヤマウメモドキ、ハイイヌツゲなどが優占する状態となっている。

人間の利用により、昭和 30 年代まで一帯は広大な萱の生産地として利用されていたが（仙台市 HP 「泉なつかし写真館一第 4 回 泉ヶ岳」）、昭和 39 年から昭和 57 年まで、リンゴ園として使われていた。その際、調査地の周りに道路が作られるなどの事が行われた（写真 9～15）。現在、リンゴ園だった場所には樹木が生い茂っているが、この工事の際に地下水の流れが変わるなど、何らかの環境の変化が起こったことが現在のミズバショウの生育状況に影響している可能性がある。また、湿原の端には堰が切れている場所があり、この場所からの水の流出により、湿原全体の水位が下がっている可能性もある。

参考：仙台市 HP 「泉なつかし写真館一第 4 回 泉ヶ岳」2021 年 9 月 14 日閲覧

<http://www.city.sendai.jp/izumi-kuse/izumiku/shokai/profile/shashinkan/dai4kai.html>

4.1 ミズバショウ及び調査地の植生について



写真 9 1963/10/21 (昭和 38 年撮影) の群生地周辺の航空写真 (国土地理院撮影の空中写真から作成)。
格子状の道路はまだ見られない。楕円で示した場所がミズバショウの群生地 (以下、写真 9 ~ 14 まで同じ)



写真 10 1964/05/18 (昭和 39 年撮影) の群生地周辺の航空写真 (国土地理院撮影の空中写真から作成)。
リング園が造成される直前だと思われる



写真 11 1964/09/26 (昭和 39 年撮影) の群生地周辺の航空写真 (国土地理院撮影の空中写真から作成)。
リンゴ園が造成されつつあり、格子状の道路が作られている



写真 12 1976/11/02 (昭和 51 年撮影) の群生地周辺の航空写真 (国土地理院撮影の空中写真から作成)。
群生地の周囲にはリンゴ園が広がっている

4.1 ミズバショウ及び調査地の植生について



写真 13 1988/10/25（昭和 63 年撮影）の群生地周辺の航空写真（国土地理院撮影の空中写真から作成）。
リンゴ園が閉園して6年目

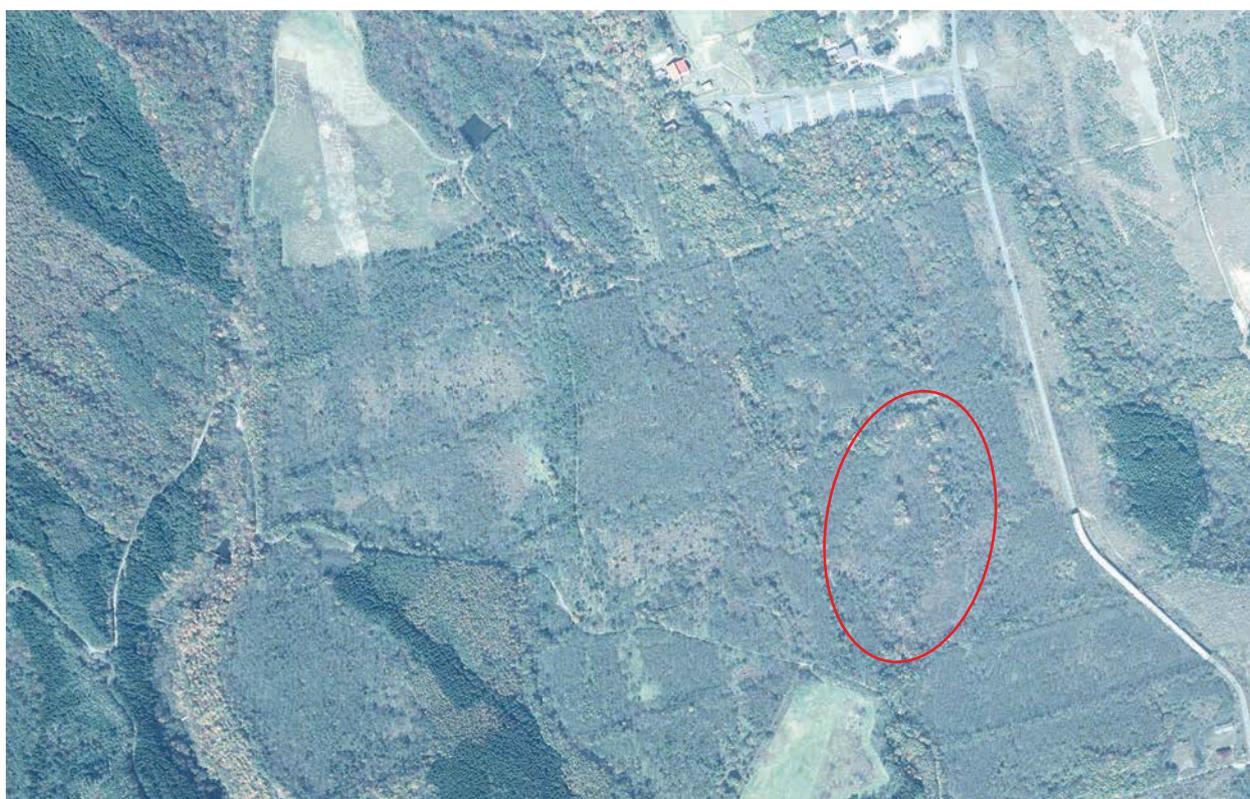


写真 14 2006/10/31（平成 18 年撮影）の群生地周辺の航空写真（国土地理院撮影の空中写真から作成）。
リンゴ園だった場所に樹木が茂っている



写真 15 芳の平にあるリング園の完成を記念する碑。

昭和 39 年 7 月から昭和 43 年 3 月にかけて、リング園造成のための工事が行われた、という記述がある

4.2 木本調査

(1) 木本種の断面積合計

表4に自然区・刈り払い区の木本の樹種別断面積合計を示した。自然区・刈り払い区ともにトネリコとハンノキで総断面積のほとんどが占められていた。もともと、刈り払い区のほうが自然区より断面積合計（胸高直径から計算された幹の断面積で、樹木のバイオマス量をよく反映する）が大きく、刈り払い区のほうが林冠も密な森林であった。しかし、両調査区とも、原生林のような発達した森林ではないため、自然状態でも断面積合計は増加傾向にあったと考えられる。

(2) 樹木断面積と幹数の年変化

図7に調査期間中の自然区・刈り払い区の木本の総断面積と幹本数の年変化を示した。図8に胸高直径 5cm 以上・5cm 未満で分けた幹の総断面積を、図9に本数の年変化を示したが、自然区・刈り払い区ともに樹木の断面積のほとんどは直径 5cm 以上の幹で占められていた。刈り払い区では、ミズバショウの光環境改善のため、2012 年の秋に直径 5cm 未満の低木を伐採したが、低木のみでの伐採では林内環境に与える影響が小さすぎると判断された。そのため、2015 年には直径 5cm 以上かつ 10cm 未満の樹木を伐採している。

4.2 木本調査

表4 自然区・刈り払い区の樹種別の断面積合計。数値は断面積合計 (cm²)、括弧内の数値は幹本数を示す

	自然				合計
	ウルシ	トネリコ	ハンノキ	ミヤマウメモドキ	
2012	21.24 (1)	667.09 (13)	911.82 (15)	61.03 (6)	1661.17 (35)
2013	22.06 (1)	705.81 (13)	891.27 (15)	50.33 (5)	1669.47 (34)
2014	24.63 (1)	736.48 (13)	955.26 (15)	66.29 (6)	1782.66 (35)
2015	23.76 (1)	454.51 (12)	1262.47 (16)	65.59 (6)	1806.33 (35)
2016	25.52 (1)	463.94 (12)	1258.92 (16)	62.53 (6)	1810.92 (35)
2017	25.52 (1)	475.06 (12)	1258.23 (16)	31.30 (3)	1790.10 (32)
2018	0.00 (0)	485.98 (12)	1202.51 (14)	31.30 (3)	1719.79 (29)
2019	0.00 (0)	491.97 (12)	1185.47 (14)	30.17 (3)	1707.60 (29)
2020	0.00 (0)	485.05 (11)	1276.43 (14)	33.62 (3)	1795.11 (28)

	刈り払い				合計
	トネリコ	ノリウツギ	ハンノキ	ミヤマウメモドキ	
2012	2218.82 (38)	8.04 (1)	474.26 (2)	61.88 (5)	2763.01 (46)
2013	2186.76 (32)	0.00 (0)	456.22 (2)	0.00 (0)	2642.98 (34)
2014	2246.85 (32)	0.00 (0)	472.02 (2)	0.00 (0)	2718.88 (34)
2015	2237.69 (29)	0.00 (0)	482.63 (2)	0.00 (0)	2720.32 (31)
2016	1586.19 (12)	0.00 (0)	493.39 (2)	0.00 (0)	2079.58 (14)
2017	1590.49 (12)	0.00 (0)	504.30 (2)	0.00 (0)	2094.80 (14)
2018	1627.28 (12)	0.00 (0)	506.59 (2)	0.00 (0)	2133.87 (14)
2019	1662.95 (12)	0.00 (0)	523.49 (2)	0.00 (0)	2186.45 (14)
2020	1667.65 (12)	0.00 (0)	552.27 (2)	0.00 (0)	2219.92 (14)

自然区では成長により2012年から2016年まで緩やかに総断面積が増加したが、2017年・2018年に6本の個体が枯死し、総断面積が少し減少した。刈り払い区では2012年に12本の個体が、2015年に17本の個体が伐採され、幹本数は自然区よりも少なくなった。

刈り払い区では1回目の刈り払いによって直径5cm未満の幹数が0本になり、2回目の刈り払いでは直径5～10cmの幹を刈り払ったため、5cm以上の幹数も減少していたが、その後の幹数の増加は見られなかった。刈り払い区の総断面積は、1回目の刈り払いで胸高断面積が4.3%の減少と小さく、2回目で当初から約25%の減少となっていた。この減少のあと、樹木が成長したことにより、2019年には2012年の約79%まで回復した。しかし、2019年の段階でも胸高断面積の値は自然区より高く、調査期間全体を通じて、上層木の被陰は、自然区よりも刈り払い区で大きかったと言える。

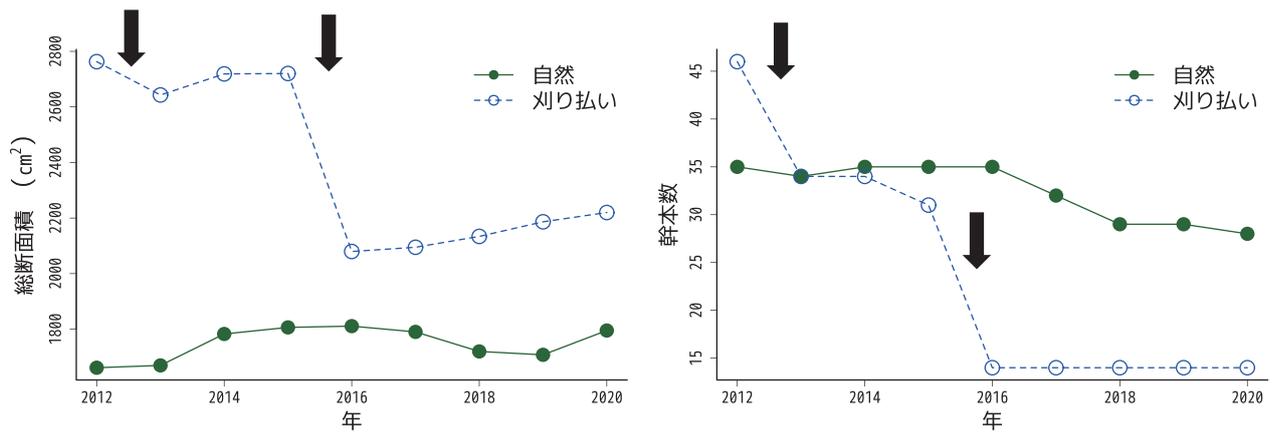


図7 自然区・刈り払い区の総断面積と幹本数の年変化。矢印は刈り払い処理をした時期（以下、図7～9まで同じ）

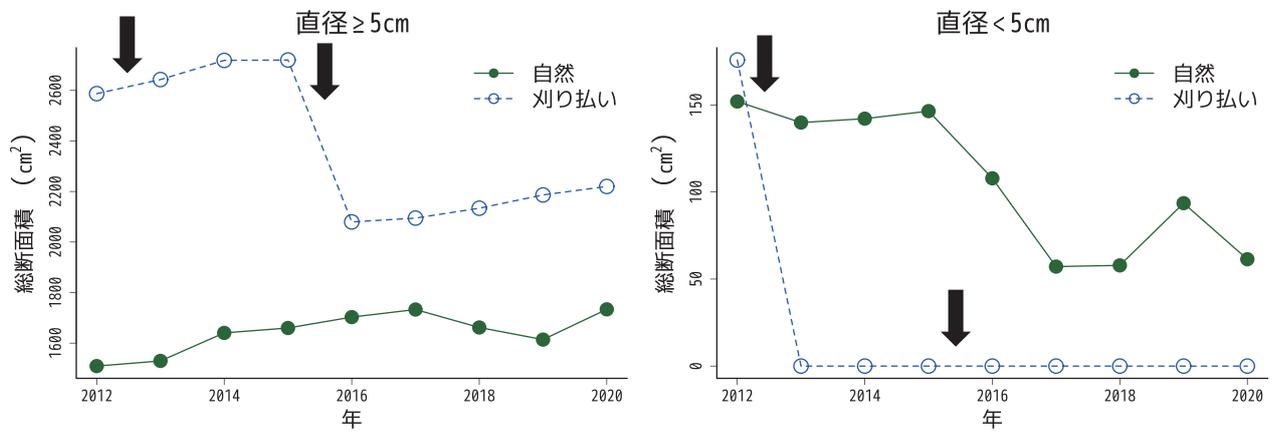


図8 自然区・刈り払い区の胸高直径5cm以上・5cm未満の幹の総断面積の年変化

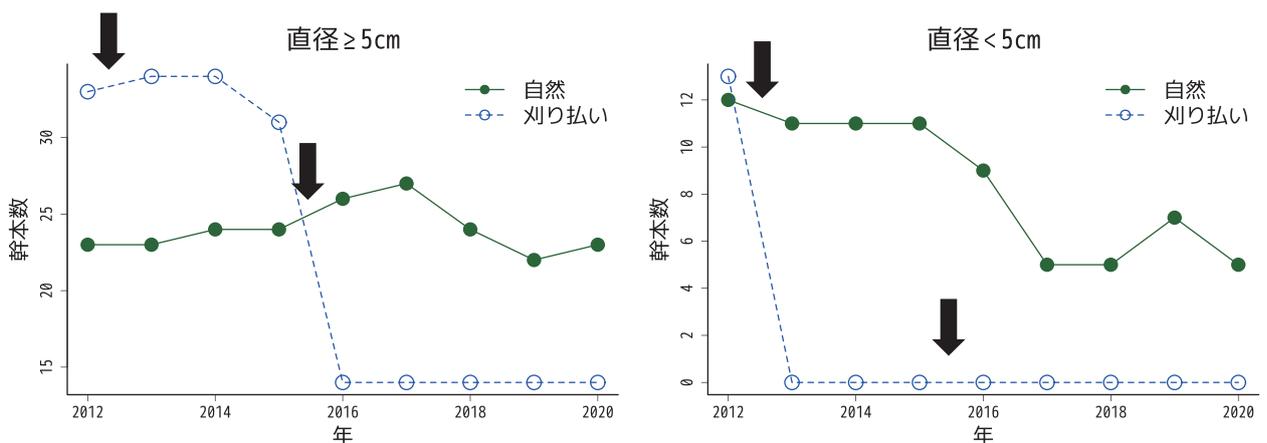


図9 自然区・刈り払い区の胸高直径5cm以上・5cm未満の幹本数の年変化

4.3 開空度の年変化

図 10 に調査期間中の自然区・刈り払い区の開空度の年変化を示した。自然区では 2013 年から 2014 年の間は開空度が低く、2015 年以降に開空度が高くなる傾向が見られたが、2020 年は開空度が過去最低だった。このように、自然状態でも開空度は年によって変化する。一方の刈り払い区では 2012 年から 2019 年にかけて開空度が上昇しているように見え、2017 年以降は自然区よりも開空度が高かったが、2020 年は開空度が低下していた。

開空度に刈り払い処理の効果があるのかを確かめるため、一般化線型混合モデルという解析手法を用い、解析を行った。刈り払い処理後に起こった変化が刈り払い区だけではなく自然区でも見られた場合、その変化は刈り払い処理とは別の要因で起こっている可能性が高い。このため、刈り払い処理の効果があったことを示すためには、刈り払い処理後の変化が刈り払い区と自然区で異なることを示す必要がある。よって作成したモデルの説明変数には調査区（自然区・刈り払い区）による開空度の違いや調査時期（処理前・1 回目の処理後・2 回目の処理後）による開空度の違いだけでなく、調査時期による開空度の違いの調査区による違い（交互作用）を用いた。モデルの応答変数には各年・各方形区の開空度を用い、また同じ方形区は同じ開空度の値を示す傾向があるため、モデルのランダム効果には方形区番号を用いた。また、モデルの誤差分布にはガンマ分布、リンク関数には log を用いた。

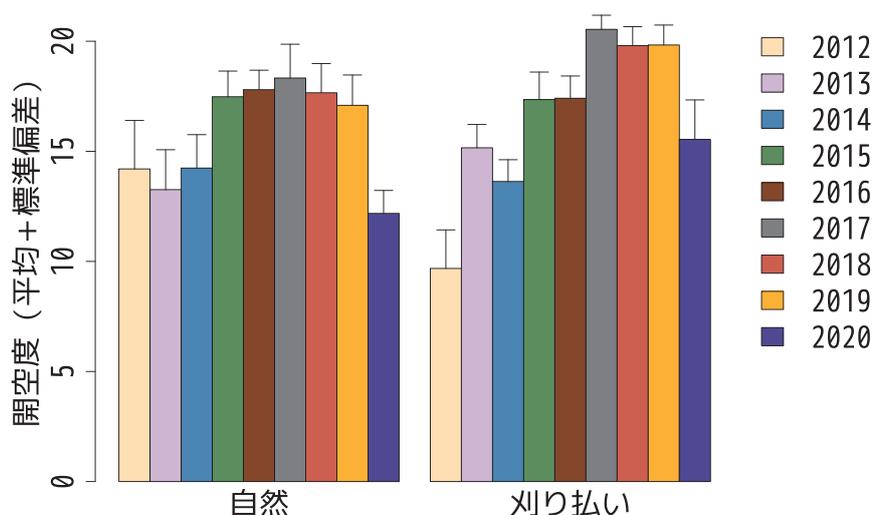


図 10 自然区・刈り払い区の開空度の年変化。バーの長さは平均値を、エラーバーは標準偏差を表す

表 5 刈り払い処理の開空度への影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	153.59	2	<0.001 ***
調査区	1.16	1	0.282
調査時期 × 調査区	52.66	2	<0.001 ***

解析の結果、調査区と調査時期の交互作用が有意であるという結果が得られた（表5）。この結果は調査時期による開空度の違いが調査区によって異なり、開空度には刈り払いの影響があったことを示している。

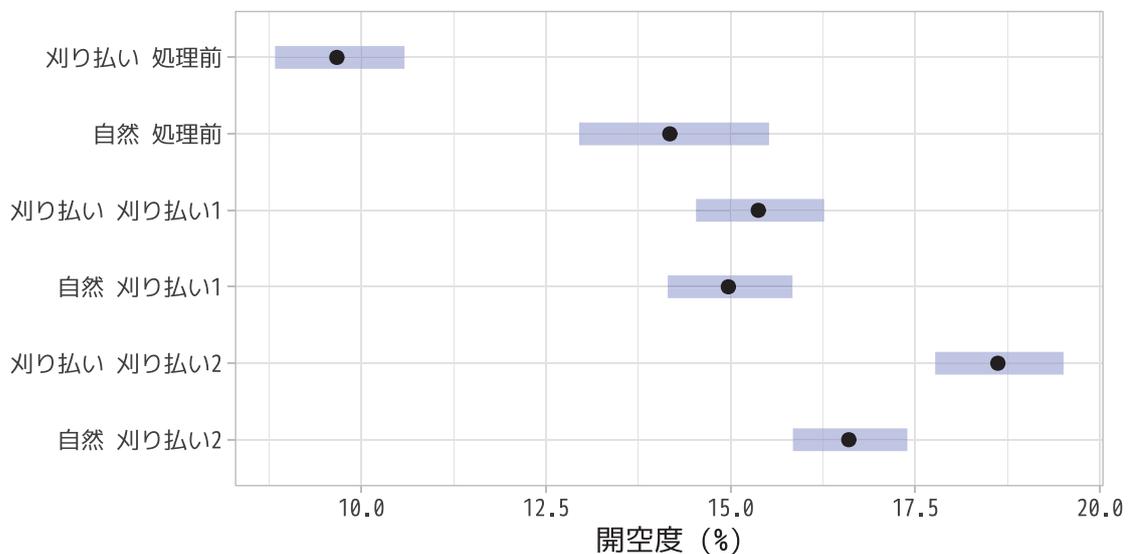


図11 モデルにより計算された調査時期・調査区ごとの開空度の推定値。点は調査時期・調査区ごとの推定値を表し、バーは推定値の95%信頼区間を表す

このモデルを用い、各調査時期の自然区と刈り払い区の開空度を計算した（図11）。その結果、処理前には自然区で開空度が高かったが、1回目の刈り払い処理後には自然区と刈り払い区で開空度が変わらなくなり、2回目の刈り払い処理後には刈り払い区の開空度が高い傾向が見られた。

(1) 湿原の森林化

2015年にミズバショウの光環境を改善する目的で伐採した、直径5～10cmの樹木の根元の年輪を解析して、これらの樹木の侵入時期や最近数十年間の成長状況を明らかにした。伐採個体の半径成長曲線を見ると（図12）、約50～85年前に成立した個体が多いことがわかる。とくに、リング園を造成した1964年前後に成立した個体が多いことが顕著である。また、これらの個体の年輪幅の変遷を見ると（図13）、やはり1964年の前後で一度成長速度が速くなっていることがわかる。これらのことは、リング園の造成にともなって、湿原が乾燥化したことを示唆する。写真11に見るような格子状の道路造成などにより、水脈が変化した可能性がある。

図13で、一度成長速度が増加したあと、成長速度が低下するのは、今回解析した樹木が直径5～10cmの下層木であり、現在の森林にはこれらより上層にある樹木が林冠を覆っているということと関係していると思われる。つまり、今回解析した下層木の侵入した当時は湿原で上層木もまばらな状況にあったため、成長速度が速かったが、上層木がしだいに林冠を覆い始めたことにより、下層木の成長速度が低下したと考えることができる。

こうした、森林化の進行は、写真11～14でも見ることができる。1964年当時から次第に樹木の樹冠が大きくなってきている。

4.3 開空度の年変化

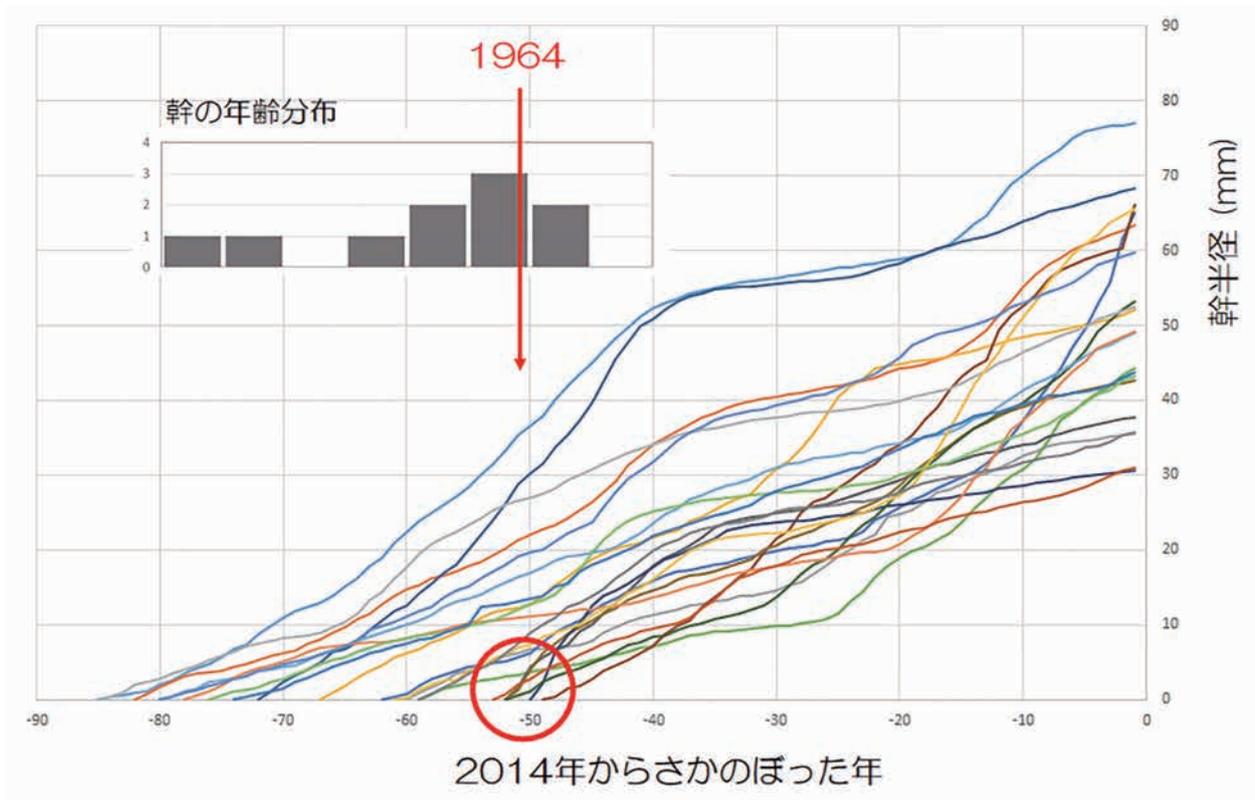


図 12 伐採した樹木の成長曲線

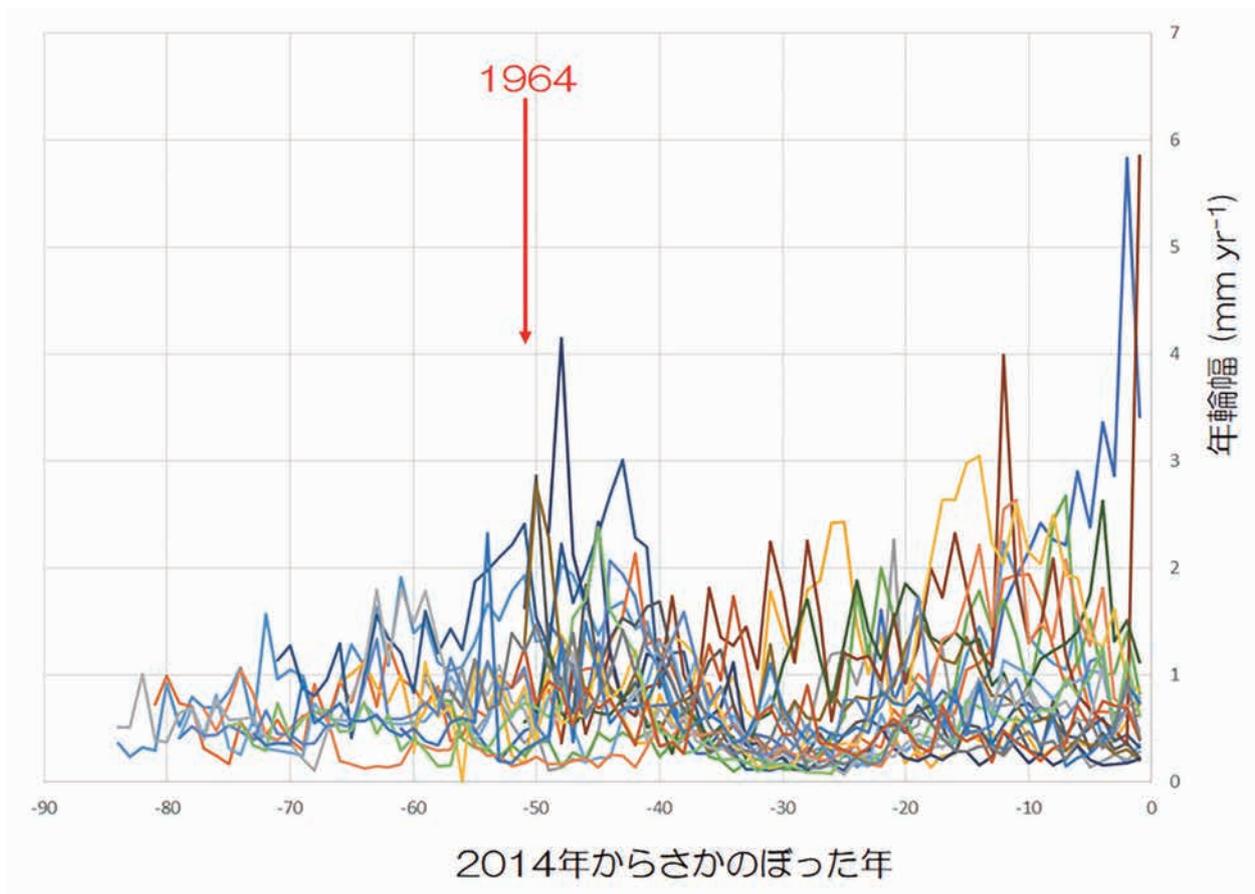


図 13 伐採した樹木の年輪幅（成長速度）の変化

4.4 ミズバショウ個体群調査

(1) ミズバショウ基本数

表6に各年・各調査区で観察されたミズバショウ基本数を示した。2020年の開花調査が新型コロナウイルス感染症の蔓延により中止されたため、2020年の春は欠損値である。2017年に刈り払い区で基本数が一時的に増加していたが、2019年には過去と同程度まで減少していた。また、2020年夏に自然区の方形区が動物に荒らされ、基本数が激減していた。このため、刈り払い処理の影響を解析するための全ての統計解析で2020年のデータを除去して解析を行った。

図14に各調査で観察された方形区ごとのミズバショウの基本数を示した。自然区・刈り払い区ともに方形区ごとのばらつきが大きく、平均的には刈り払い区で基本数が少なかった。2017年には刈り払い区で基本数が増加したが、全体的には明瞭な年変化は見られなかった。2020年の自然区は動物に荒らされたため、茎数が激減していた。

ミズバショウ基本数に刈り払い処理の効果があるかを確かめるため、一般化線型混合モデルを用い、解析を行った（モデル構築方針の説明は開空度の解析の記載を参照）。モデルの応答変数には各調査・各方形区の基本数を用い、説明変数には調査区（自然区・刈り払い区）、調査時期（処理前・1回目の処理後・2回目の処理後）、これらの交互作用を用いた。同じ方形区は異なる年でも同じ基本数を示す傾向があるため、モデルのランダム効果には方形区番号を用いた。モデルの誤差分布にはポアソン分布を、リンク関数にはlogを用いた。動物による攪乱の影響が強く、処理の効果を見るには適切ではないため、2020年のデータは解析から除去した。

解析の結果、自然区と刈り払い区の間でミズバショウ基本数は有意に異ならない、という結果が得られた（表7、調査区）。またミズバショウ基本数に対して調査時期の影響が見られ（表7、調査時期）、刈り払い処理前と処理後の基本数を見ると、刈り払い処理後、特に2回目の刈り払い処理後に自然区・刈り払い区ともにミズバショウ基本数が増加している傾向がみられた（図15）。一方、調査区と調査時期の交互作用の有意な影響は見られなかった（表7、調査時期×調査区）。この結果は調査時期による基本数の変化は自然区と刈り払い区で異なることを示しており、刈り払い処理の効果は見られていないことを示している。

表6 各年・各調査区のミズバショウ基本数

	自然	刈り払い
2012春	117	90
2012夏	118	87
2013春	120	90
2013夏	118	89
2014春	129	89
2014夏	121	88
2015春	123	106
2015夏	125	99
2016春	117	91
2016夏	127	90
2017春	132	126
2017夏	139	125
2018春	129	118
2018夏	133	102
2019春	118	92
2019夏	126	87
2020春	未調査	未調査
2020夏	25	86

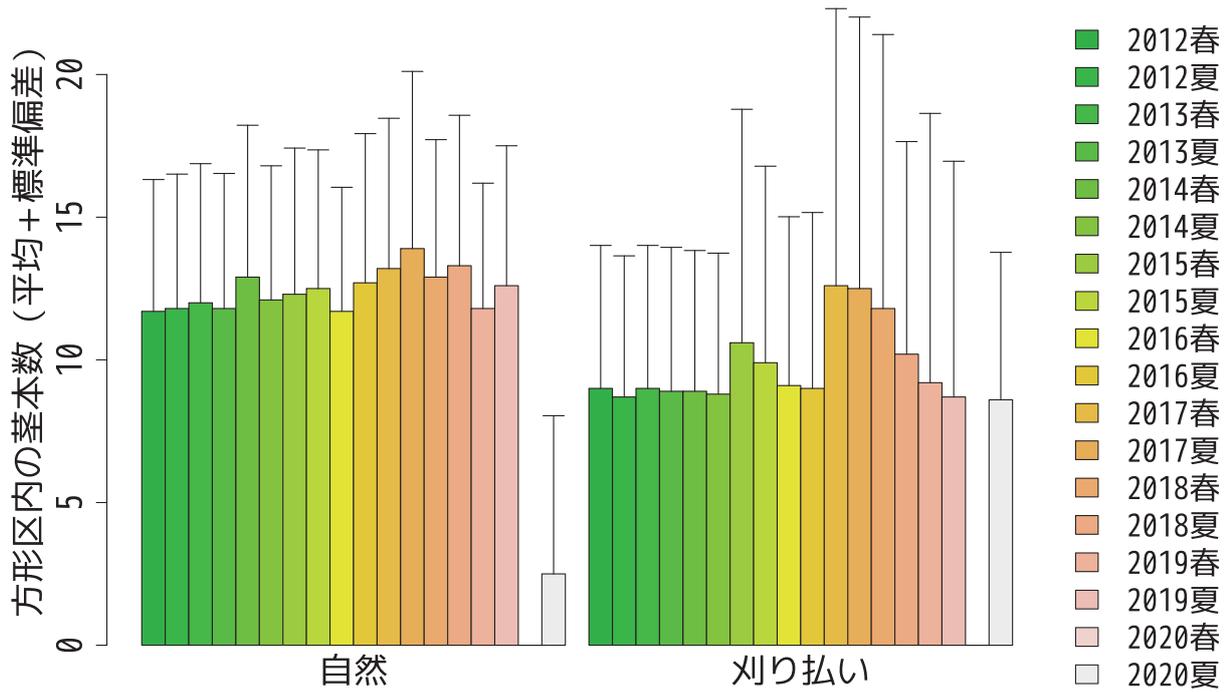


図 14 各調査で観察された方形区ごとの基本数。図のバーは平均値を表し、エラーバーは標準偏差を表す

表 7 刈り払い処理の基本数への影響を解析した一般化線形混合モデルの結果 (尤度比検定)

	χ^2	自由度	p値
調査時期	6.44	2	0.040 *
調査区	1.59	1	0.207
調査時期 × 調査区	1.04	2	0.594

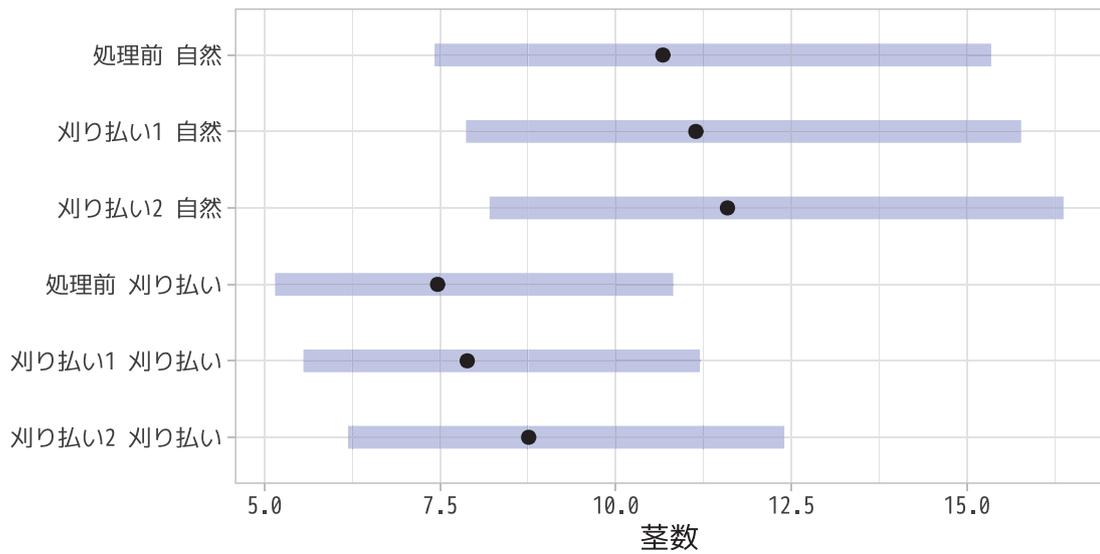


図 15 モデルにより計算された調査時期・調査区ごとの茎数。点は推定値を、バーは推定値の95%信頼区間を表す

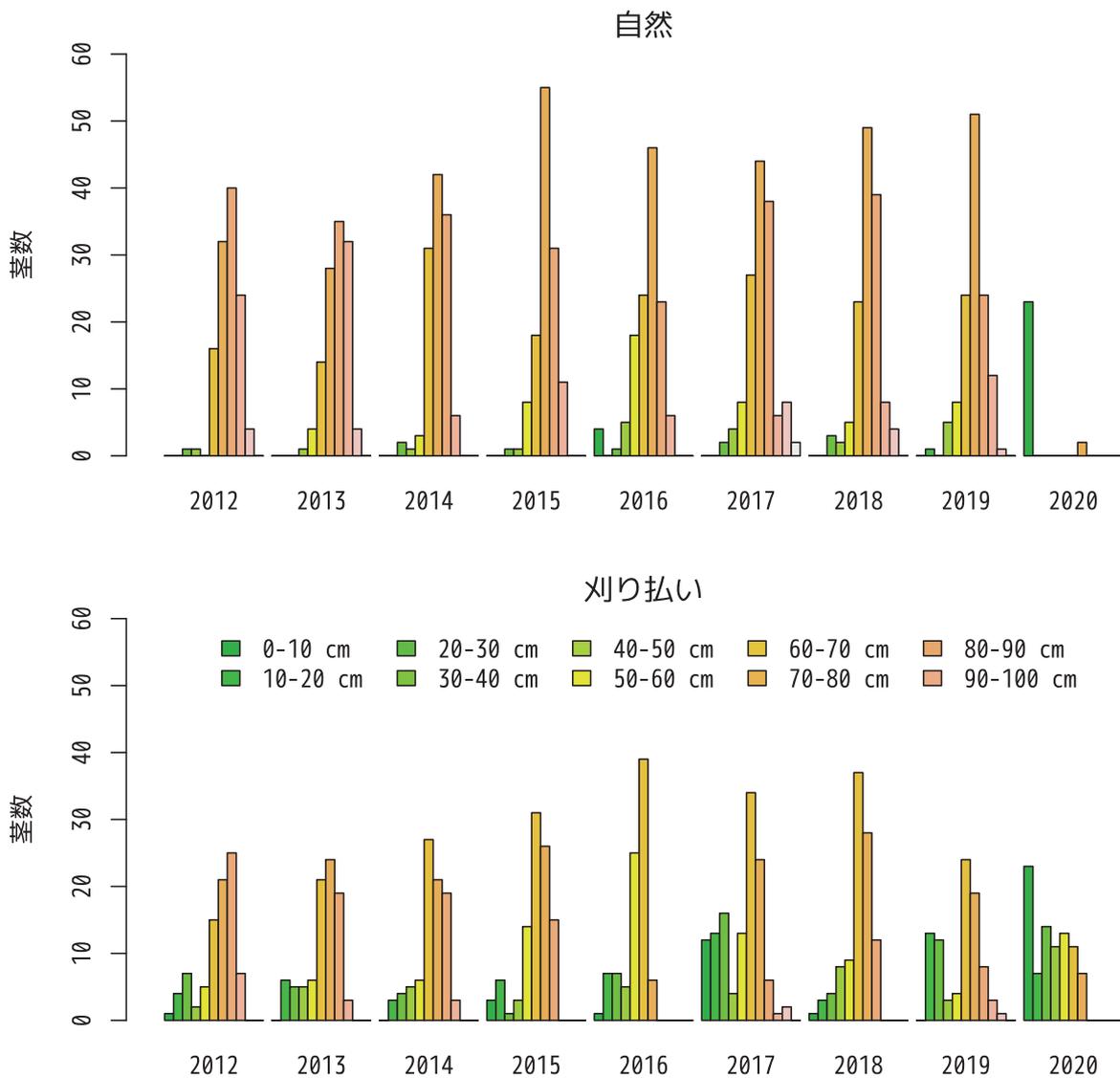


図 16 葉長ごとのミズバショウ茎数

(2) 葉長ごとのミズバショウ茎数

図 16 に各年・各調査区で観察された葉長ごとのミズバショウの茎数を示した。自然区と比較して刈り払い区では葉長が短い茎が多かった。また、自然区・刈り払い区ともに調査後半になるほど葉長が長い茎が減少し、葉長が短い茎が増加していた。特に刈り払い区でこの傾向が顕著だった。2020 年に自然区の大個体は動物による攪乱ではほぼ全て消失し、小個体のみが残っていた。

(3) 方形区ごとのミズバショウ葉長

図 17 に各年に観察された方形区ごとのミズバショウの葉長を示した。2012 年の葉長を見ると、調査開始時から刈り払い区の葉長が若干短いことが分かる。また年変化を見ると、刈り払い区では葉長が年とともに減少しているように見える。一方の自然区では葉長の年変化は少なく安定しているように見える。2020 年には攪乱の影響で葉長が激減していた。

葉長に刈り払いの効果があるかどうかを確かめるため、一般化線形混合モデルによる解析を行った（モデルのデザインの詳細は開空度の解析を参照）。応答変数には各個体の葉長を、説明変数には調査区・調査時期・調査区と調査時期の交互作用を用いた。誤差分布にはガンマ分布を用い、リンク関数には log を用いた。葉長のデータは茎ごとに測定したが、方形区内ではミズバショウが密集しており、またマーキングに用いたナンバーテープが雪に流され消失することが多かったため、茎の識別が確実に行われていない可能性が高かった。このため、ランダム効果には方形区の番号のみを用い、茎の識別番号は解析に用いなかった。

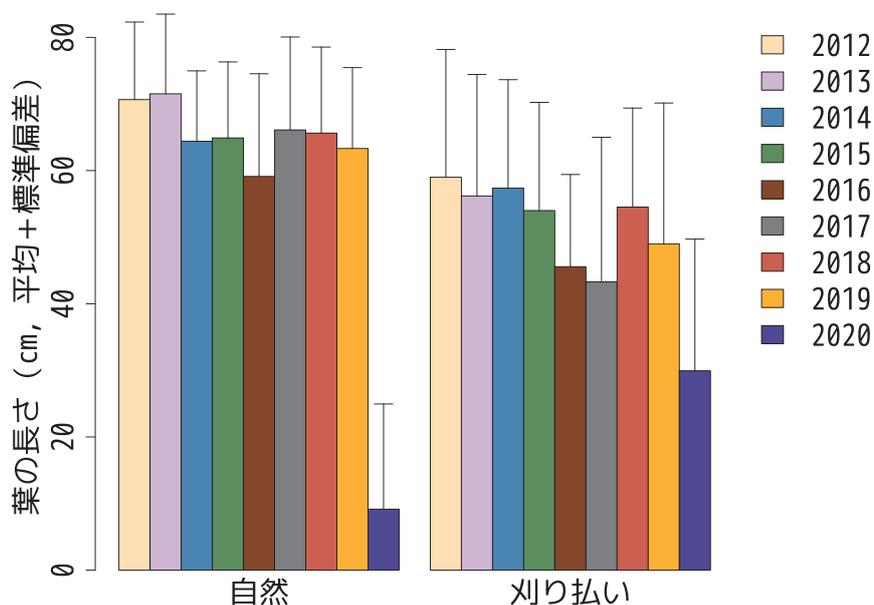


図 17 各調査区の葉長の年変化。バーの長さが平均値を、エラーバーが標準偏差を表す

解析の結果、調査時期と調査区の交互作用が葉長に有意な影響を与えていた（表8）。この結果は調査時期による葉長の違いが調査区により異なることを示している。得られたモデルにより調査時期・調査区ごとの葉長の推定値を計算すると、自然区・刈り払い区ともに処理前よりも1回目の刈り払い後、1回目の刈り払い後よりも2回目の刈り払い後に葉長が短くなっていた（図 18）。また、調査後半で葉長が短くなる傾向は刈り払い区の方が強かった（図 18）。

表8 刈り払い処理の葉長への影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	46.86	2	<0.001 ***
調査区	7.03	1	0.008 **
調査時期 × 調査区	6.34	2	0.042 *

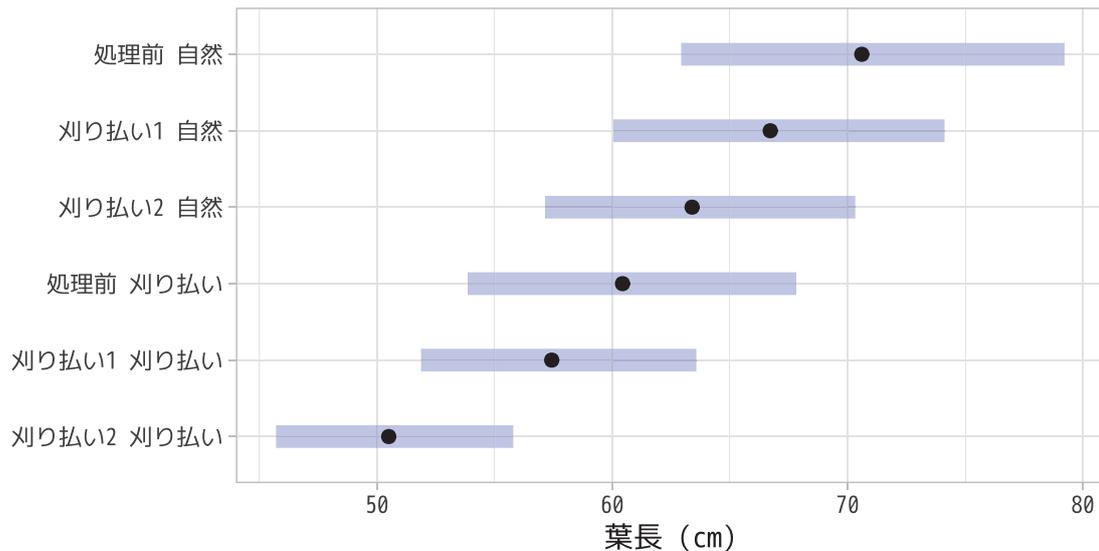


図18 モデルにより計算された調査時期・調査区ごとの葉長の推定値。点は葉長の推定値を、バーは推定値の95% 信頼区間を表す

(4) ミズバショウ葉の被覆度

毎回の調査で撮影された方形区の写真を見ると、刈り払い区ではミズバショウの被覆度が年々大きくなっていくように見えた（写真16）。これを定量化するため、2012年、2014年、2016年、2018年の写真を用い、画像内でミズバショウの葉が被覆する割合を定量化した。定量化した割合（図19）を見ると、自然区では割合の年変化がほぼなかったのに対し、刈り払い区では年々割合が増えているように見えた。

この傾向が統計的に有意かを確認するため、一般化線形混合モデルでモデルを作成した。モデルの応答変数には画像内でミズバショウの葉が占める割合を用いた。モデルの説明変数には調査年、調査区、調査年と調査区の交互作用を用い、画像内のミズバショウの割合の年変化が自然区と刈り払い区で異なる可能性を考慮した。モデルのランダム効果にはコードラート番号を用い、誤差分布にはガンマ分布を、リンク関数にはlogを用いた。

解析の結果を見ると、年と調査区の交互作用が有意であった（表9）。これは画像内でミズバショウの占める割合の年変化が調査区によって異なることを示している。モデルにより推定された年変化（図20）を見ると、自然区は画像内でミズバショウの葉が占める割合が高かった一方、年変化は見られなかった。一方の刈り払い区では自然区よりもミズバショウの葉が占める割合が低かったが、年とともに割合が増加していた。

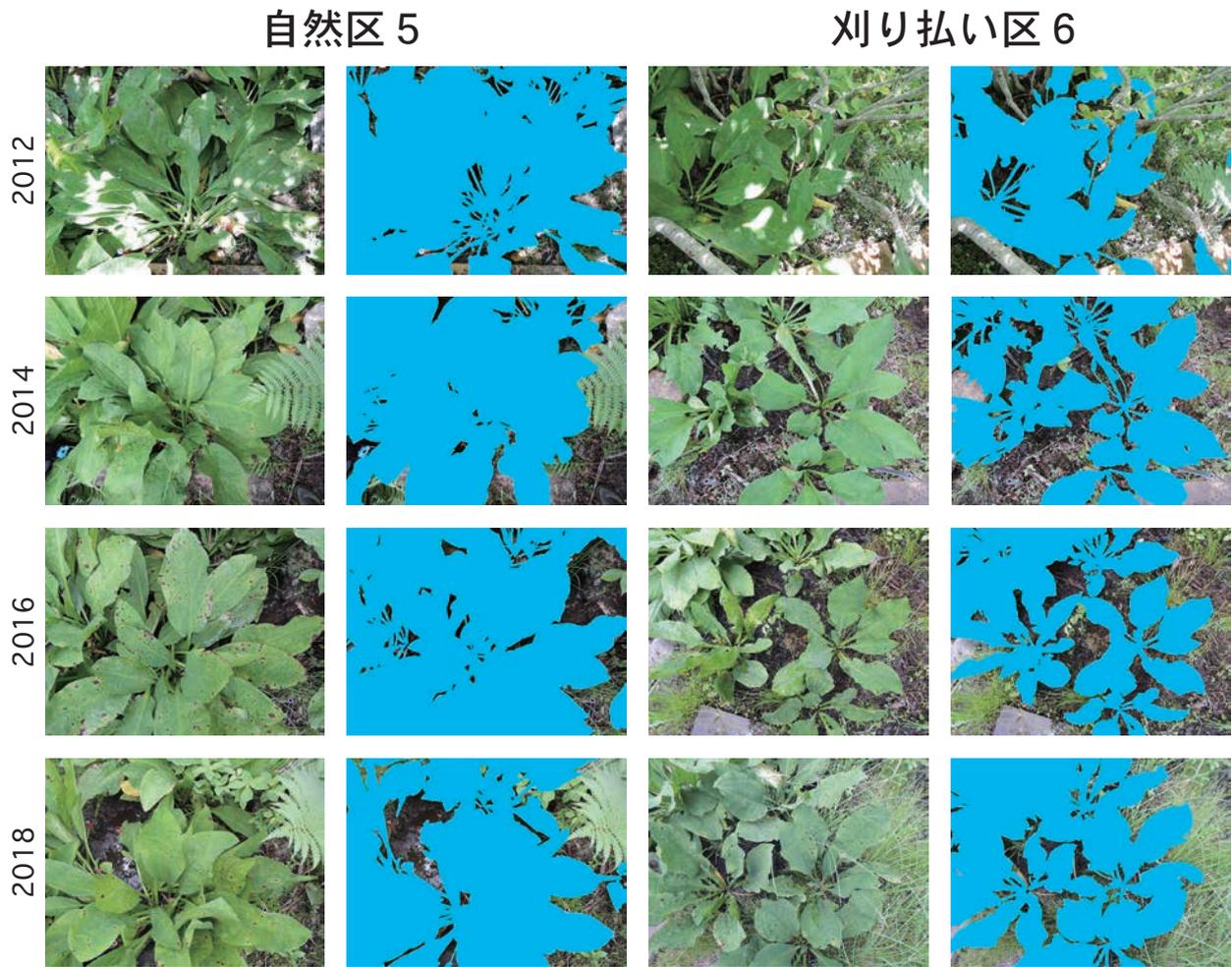


写真 16 各年の方形区写真の例。水色の部分は画像内のミズバショウを示す

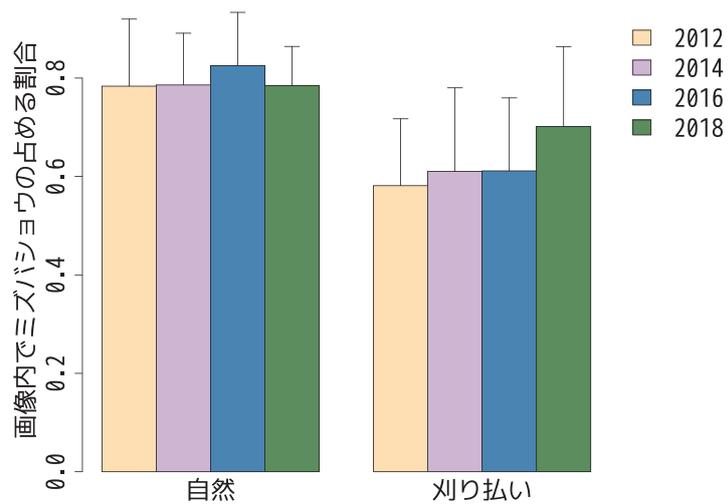


図 19 画像内でミズバショウの葉が占める割合の年変化。バーは平均値を表し、エラーバーは標準偏差を表す

表9 調査区による画像内でミズバショウの占める割合の年変化の違いを解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
年	113739.80	1	<0.001 ***
調査区	511.64	1	<0.001 ***
年 × 調査区	24323.71	1	<0.001 ***

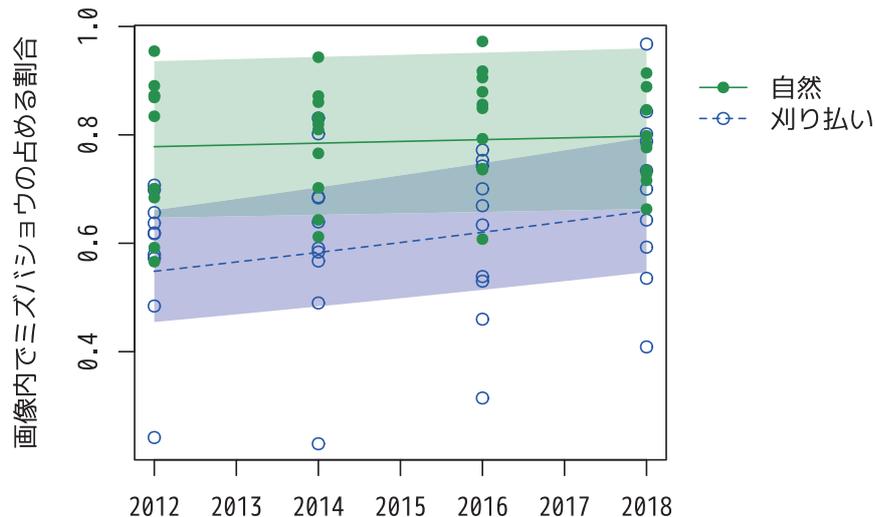


図20 画像内でミズバショウの占める割合の年変化。実線は自然区の推定値を、点線は刈り払い区の推定値を表し、網掛けの部分は推定値の95%信頼区間を表す。点は観察された値を示す

(5) 調査区全体のミズバショウ開花数

調査区全体のミズバショウ開花数を表10に示した。2020年は新型コロナウイルス感染症のため開花調査が実施されなかったため、2020年のデータは開花の解析に用いることができなかった。全体としての開花数は自然区の方が多かったが、調査後半には刈り払い区でも開花数が多い年が見られた。

図21に方形区あたりの開花数の年変化を示した。刈り払い区と比較すると、自然区の方が方形区あたりの開花数も多かった。どちらの調査区でも調査後半で開花数が増加している傾向が見られたが、方形区によるばらつきも大きかった。

刈り払い処理が方形区あたりの開花数に与えた影響を一般化線形混合モデルにより解析した。応答変数には方形区ごとの開花数を、説明変数には調査区・調査時期・調査区と調査時期の交互作用を用いた。誤差分布にはポアソン分布を用い、リンク関数にはlogを用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

表10 自然区・刈り払い区のミズバショウの開花数

	自然	刈り払い
2012	113	81
2013	148	93
2014	135	98
2015	130	107
2016	107	92
2017	184	135
2018	133	124
2019	124	84

解析の結果、方形区あたりの開花数には調査時期のみ有意な影響を与えていた（表 11）。この結果は処理前、1回目の刈り払い後、2回目の刈り払い後で開花数は異なるが、調査区間の開花数の違いは統計的には有意ではなかったこと、刈り払い処理後の開花数の変化は自然区と刈り払い区で異ならなかったことを示している。モデルによる推定値を見ると、自然区・刈り払い区ともに処理前と比べて刈り払い後の開花数が多くなっていた（図 22）。

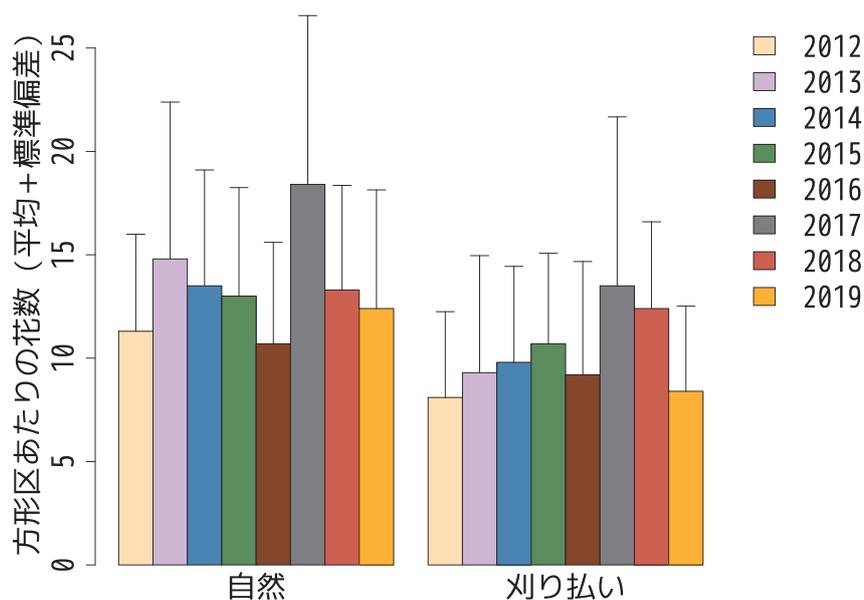


図 21 自然区・刈り払い区の方形区あたりの開花数の年変化。バーは平均値を表し、エラーバーは標準偏差を表す

表 11 刈り払い処理が方形区あたりの開花数に与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	9.09	2	0.011 *
調査区	2.66	1	0.103
調査時期 × 調査区	1.09	2	0.580

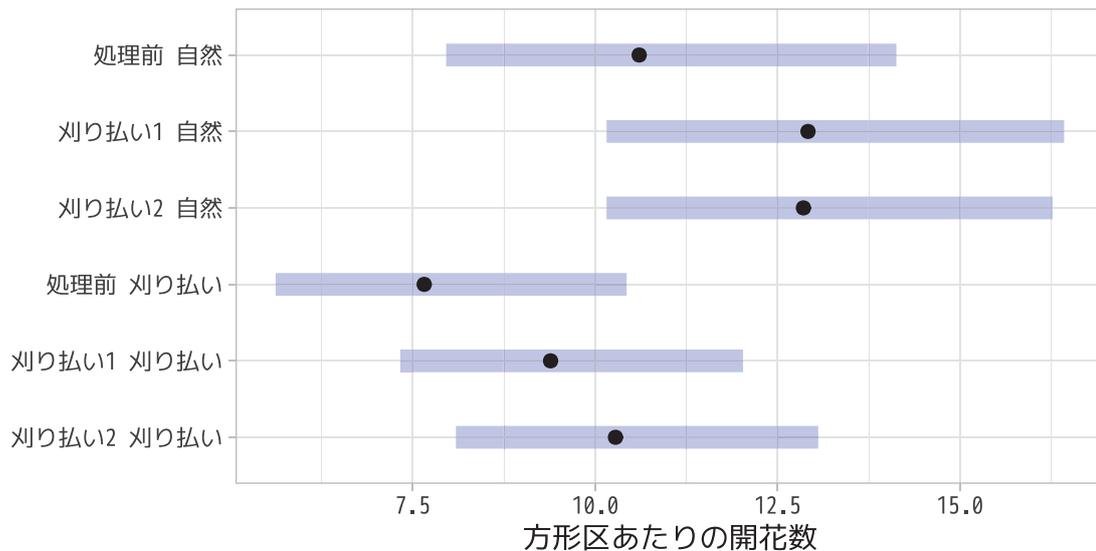


図22 モデルにより計算された調査時期・調査区ごとの方形区あたりの開花数の推定値。点は推定値を、バーは推定値の95%信頼区間を表す

(6) ミズバショウ開花率

図23に調査区ごとの開花率（開花した茎数 / 観察された茎数）の年変化を示した。開花率は若干自然区で高かった。また自然区・刈り払い区ともに開花率は6～7割程度で安定しており、目立った年変化は見られなかった。

開花率に刈り払いの効果があるかどうかを確かめるため、一般化線形混合モデルによる解析を行った。応答変数には各個体の開花ありなしを、説明変数には調査区・調査時期・調査区と調査時期の交互作用を用いた。誤差分布には二項分布を用い、リンク関数にはlogitを用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

解析の結果、調査区、調査時期、調査区と調査時期の交互作用のいずれも開花率への有意な影響は見られなかった（表12）。この結果は茎の開花率には自然区・刈り払い区の間で違いが見られず、また刈り払い処理の影響も見られなかったことを示している。

表12 刈り払い処理が開花率へ与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	4.37	2	0.112
調査区	0.08	1	0.783
調査時期 × 調査区	0.56	2	0.755

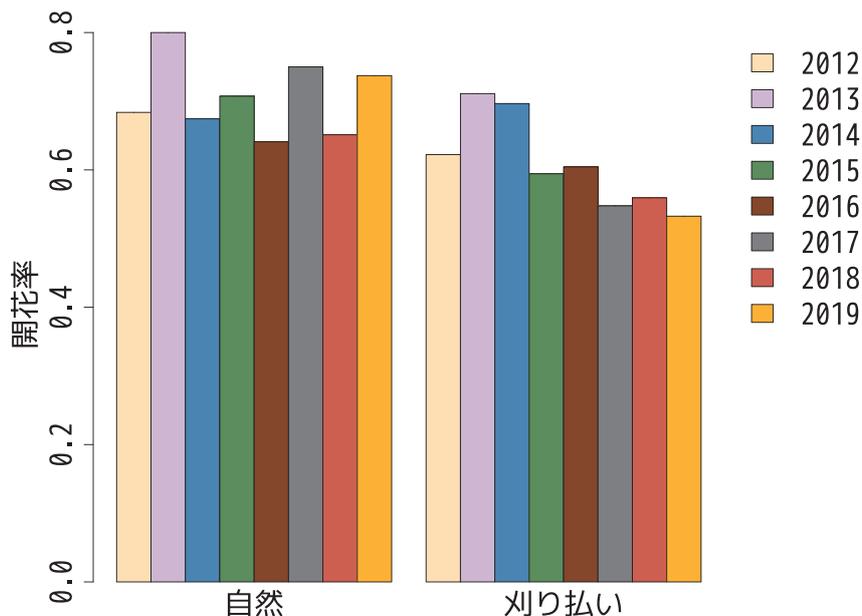


図 23 調査区ごとの開花率（開花した茎数 / 観察された茎数）の年変化

(7) 葉長のミズバショウ開花率への影響

葉長が大きい大個体ほど繁殖に用いることができる資源が増えるため、ミズバショウの開花率は葉長が大きくなるほど高くなる。これを考慮した上で刈り払い処理が開花率にどのような影響を与えたかを一般化線形混合モデルで解析した。モデルの説明変数には葉長、調査区、調査時期の組みあわせでできる全ての主効果と交互作用を用い、葉長と開花率の関係が調査区や調査時期で異なる可能性を考慮した。モデルの応答変数には各個体の開花のありなしを用い、誤差分布には二項分布、リンク関数には logit を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

表 13 刈り払い処理と葉長が開花率へ与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	11.42	2	0.003 **
葉長	184.33	1	<0.001 ***
調査区	4.92	1	0.027 *
調査時期 × 葉長	3.45	2	0.178
調査時期 × 調査区	0.63	2	0.728
葉長 × 調査区	1.22	1	0.269
調査時期 × 葉長 × 調査区	6.33	2	0.042 *

解析の結果、有意な調査時期・葉長・調査区の交互作用が見られた（表 13、調査時期×葉長×調査区）。この結果は葉長と開花率の関係は調査時期や調査区に応じて異なる、という事を示している。モデルで推定した各調査時期・調査区での葉長と開花率の関係を図 24 に示した。処理前には葉長と開花率の関係は自然区・刈り払い区であまり変わらなかったが、刈り払い処理1回目後、2回目後には刈り払い区で葉長が小さな個体の開花率が高くなっていった。この結果は刈り払い処理により開花率に影響があり、葉長が小さな個体の開花率が高まった可能性を示している。

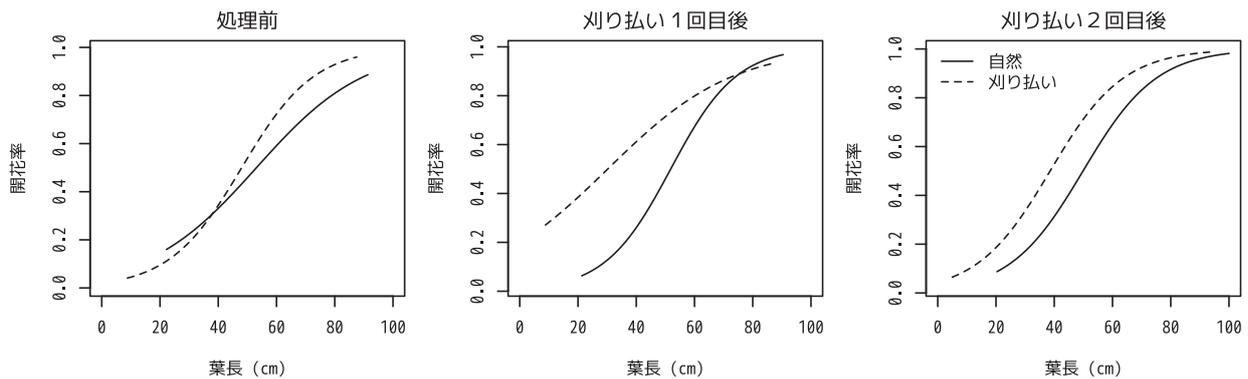


図 24 葉長と開花率の関係の調査区・調査時期による違い。線はモデルから推定された葉長と開花率の関係を示し、実線は自然区、点線は刈り払い区での関係を示している。推定値は実際に観察された葉長の範囲で計算したが、実際には葉長 80cm を超える茎は刈り払い区ではほとんど見られなかったことに注意が必要である

(8) 茎あたりの開花数

図 25 は各調査区でのミズバショウの茎あたり開花数の年変化を表している。刈り払い区では目立った年変化は見られなかった一方、自然区では 2013 年・2017 年の開花数が少し多いように見える。また、各調査区ともばらつきが大きかった。

茎あたりの開花数に刈り払いの効果があるかどうかを確かめるため、一般化線形混合モデルによる解析を行った。応答変数には各茎の開花数を、説明変数には調査区・調査時期・調査区と調査時期の交互作用を用いた。誤差分布にはポアソン分布を用い、リンク関数には log を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

解析の結果、調査区、調査時期、調査区と調査時期との交互作用のいずれも茎あたりの開花数へ有意な影響を与えていなかった（表 14）。この結果は刈り払い処理によって茎あたりの開花数の調査区の平均値は影響を受けなかったことを示している。

表 14 刈り払い処理が茎あたりの開花数へ与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	4.45	2	0.108
調査区	0.01	1	0.907
調査時期 × 調査区	0.31	2	0.858

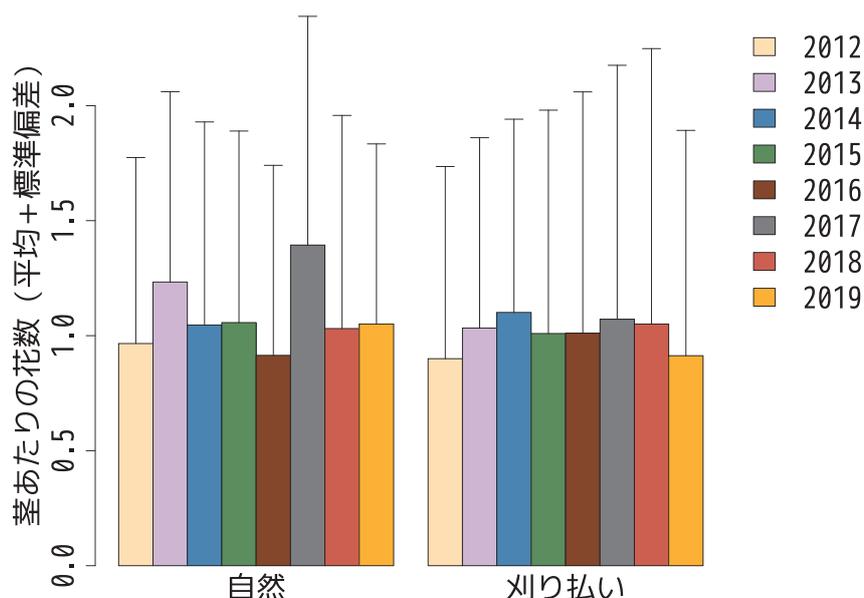


図 25 茎あたりの花数の年変化。バーは平均値を、エラーバーは標準偏差を表している

(9) 葉長の茎あたりの開花数への影響

開花率と同様にミズバショウの茎あたりの開花数も葉長による影響を受けている可能性がある。これを確かめるため、一般化線形混合モデルによる解析を行った。モデルの応答変数には各茎の開花数を用い、モデルの説明変数には開花率の解析と同様に葉長・調査区・調査時期の組み合わせでできる全ての主効果と交互作用を用いて葉長と開花数の関係が調査区や調査時期によって異なる可能性を表現した。誤差分布にはポアソン分布を用い、リンク関数には log を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

表 15 刈り払い処理と葉長が茎あたりの開花数へ与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	22.14	2	<0.001 ***
葉長	167.71	1	<0.001 ***
調査区	9.76	1	0.002 **
調査時期 × 葉長	6.21	2	0.045 *
調査時期 × 調査区	5.73	2	0.057 .
葉長 × 調査区	0.80	1	0.373
調査時期 × 葉長 × 調査区	5.94	2	0.051 .

解析の結果、95% 水準では有意ではなかったが、茎あたりの開花数と葉長の関係は調査時期（処理前・1回目の刈り払い後・2回目の刈り払い後）によって変わり、さらにその傾向が自然区と刈り払い区によって異なる、という傾向が見られた（表 15、調査時期×葉長×調査区）。モデルにより推定された葉長と開花数の

関係（図 26）を見ると、処理前には葉長が大きい茎で自然区よりも刈り払い区の開花数が多い傾向が見られたが、1回目の刈り払い後には葉長の小さい茎で自然区よりも刈り払い区の開花数が多い傾向が見られた。さらに2回目の刈り払い後には葉長の大きい茎の開花数が自然区よりも刈り払い区で高い傾向が見られ、また、自然区・刈り払い区ともに葉長が大きい茎で開花数が増える傾向が他の調査時期よりも強くなっていた。

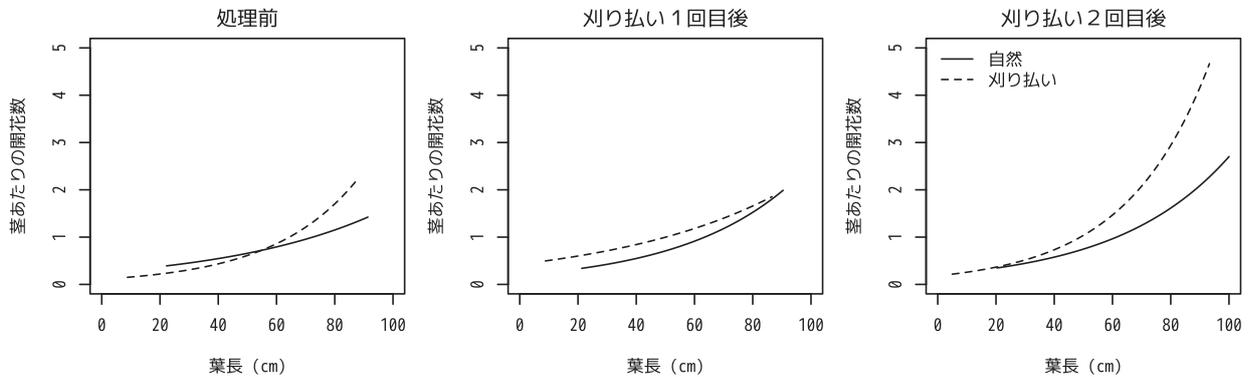


図 26 葉長と開花数の関係の調査区・調査時期による違い。線はモデルから推定された葉長と開花数の関係を示し、実線は自然区、点線は刈り払い区での関係を示している。推定値は実際に観察された葉長の範囲で計算したが、実際には葉長 80cm を超える茎は刈り払い区ではほとんど見られなかったことに注意が必要である

(10) 調査区ごとの果穂数の年変化

図 27 に調査区ごとの果穂数の年変化を示した。多くの年で刈り払い区の果穂数は自然区よりも少なかった。また、年による果穂数の変動が見られ、自然区と刈り払い区で年変動のパターンは概ね一致していた。2020年の自然区は動物による攪乱で果穂はほとんど見られず、刈り払い区でも果実数が少なかった。

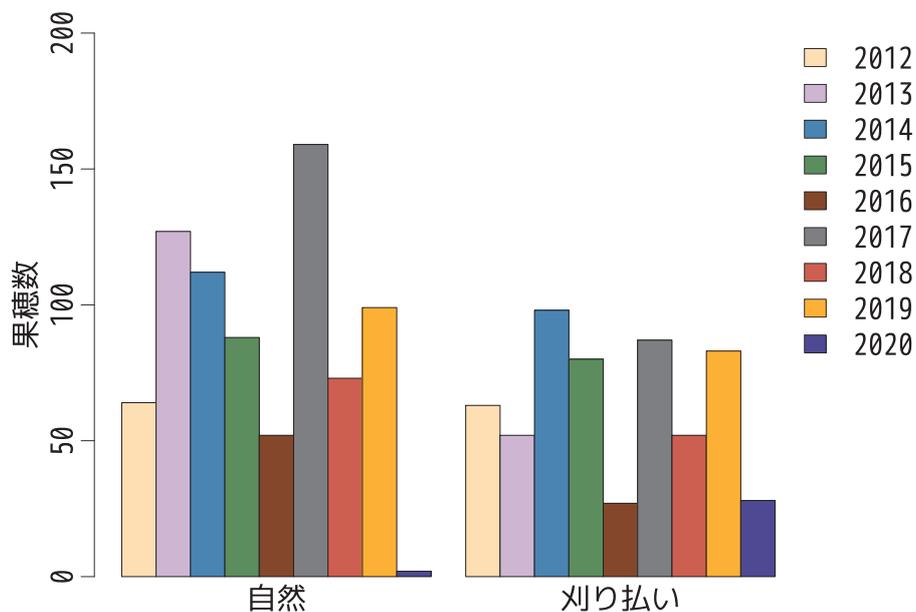


図 27 調査区ごとの果穂数の年変化

(11) 方形区あたりの果穂数の年変化

図 28 に方形区あたりの果穂数の年変化を示した。多くの年で方形区あたりの果穂数は自然区よりも刈り払い区で少なかった。また、年による果穂数の変動が見られ、自然区と刈り払い区で年変動のパターンは概ね一致していた。

刈り払い処理が方形区あたりの果穂数に与えた影響を一般化線形混合モデルにより解析した。モデルの応答変数には方形区ごとの果穂数を用い、説明変数には調査区・調査時期・調査区と調査時期の交互作用を用いた。誤差分布にはポアソン分布を用い、リンク関数には log を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

解析の結果、調査区の影響、調査時期の影響は有意であったが、調査区と調査時期の交互作用は有意ではなかった (表 16)。この結果は、調査区と調査時期により果穂数は異なるが、調査時期による果穂数の違いは自然区・刈り払い区で異ならず、調査時期による違いは処理の効果ではない可能性が高い、という事を意味する。モデルにより計算した調査区・調査時期ごとの果穂数の推定値を見ると、全体的に自然区の方が刈り払い区よりも方形区あたりの果穂数が多かった (図 29)。また、刈り払い処理前と比べて1回目の刈り払い処理後は果穂数が多く、2回目の刈り払い処理後は果穂数が減少するという傾向が自然区・刈り払い区ともに見られた (図 29)。

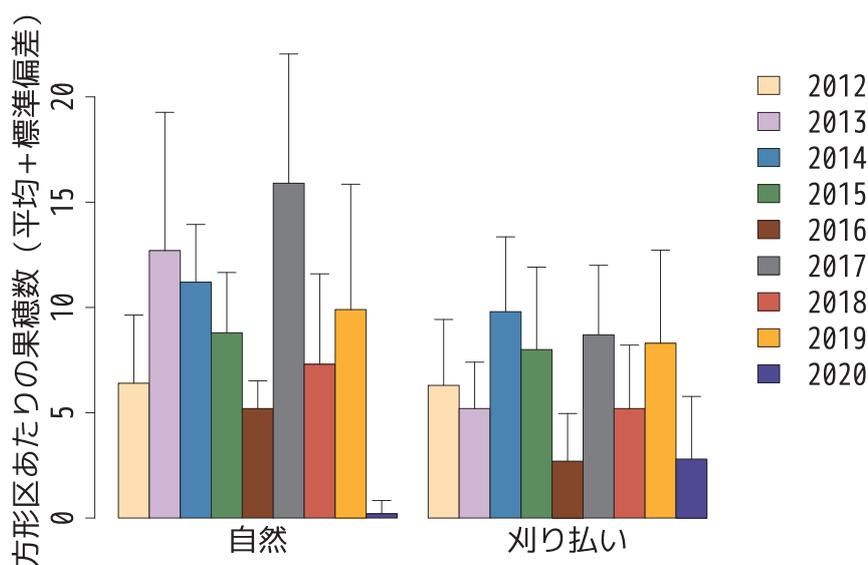


図 28 方形区あたりの果穂数の年変化。バーは平均値を表し、エラーバーは標準偏差を表す

表 16 刈り払い処理が方形区あたりの果穂数に与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果 (尤度比検定)

	χ^2	自由度	p値
調査時期	16.71	2	<0.001 ***
調査区	6.57	1	0.010 *
調査時期 × 調査区	4.54	2	0.103

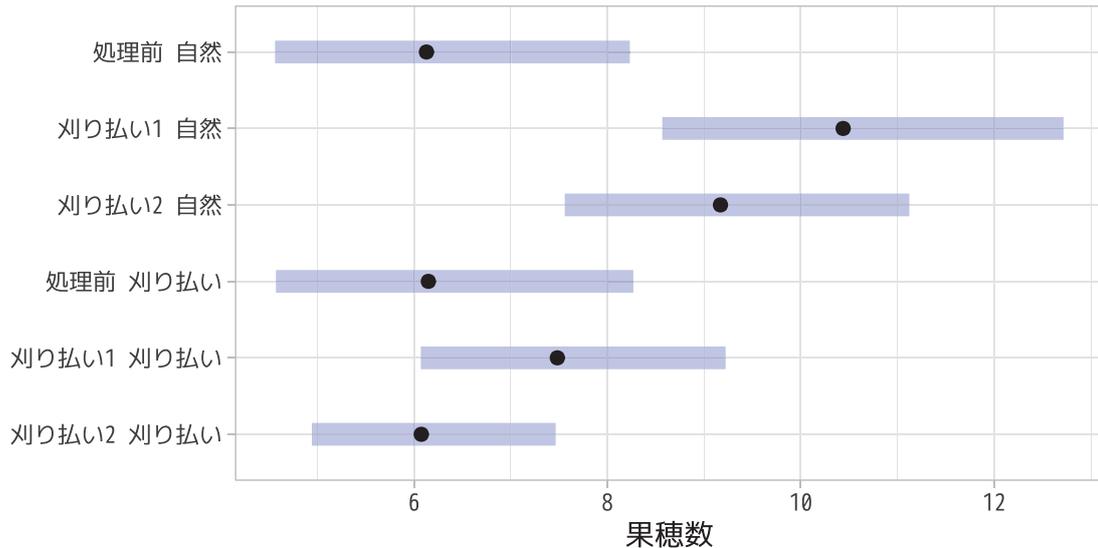


図 29 モデルにより計算された調査時期・調査区ごとの方形区あたりの果穂数の推定値。点は方形区あたりの推定値を、バーは推定値の 95% 信頼区間を表す

(12) 結実率の年変化

図 30 に茎の結実率（果穂を付けた茎数 / 同じ調査で観察された茎数）の年変化を示した。方形区あたりの果穂数は自然区の方が多かったが（図 28）、結実率は自然区と刈り払い区で大きな違いは見られなかった（図 30）。また、結実率にも年変動が見られたが、果穂数と同様に年変動のパターンは自然区と刈り払い区で似たような傾向を示していた。2020 年の自然区は動物による攪乱のため、結実率が 0 に近かった。

結実率に刈り払いの効果があるかを確かめるため、一般化線形混合モデルによる解析を行った。応答変数には各茎の結実のありなしを、説明変数には調査区・調査時期・調査区と調査時期の交互作用を用いた。誤差分布には二項分布を用い、リンク関数には logit を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

解析の結果、調査区と調査時期の交互作用の有意な効果が検出された（表 17）。この結果は調査時期による結実率の違いが自然区と刈り払い区で異なることを示す。得られたモデルにより、各調査区・調査時期の結実率を推定すると、自然区・刈り払い区ともに1回目の刈り払い後に結実率が上がり、2回目の刈り払い後に結実率が下がる、という傾向が見られた（図 31）。自然区と刈り払い区を比較すると、処理前の結実率は刈り払い区の方が高かったが、刈り払い処理後の結実率は自然区と刈り払い区であまり変わらなくなっていた（図 31）。

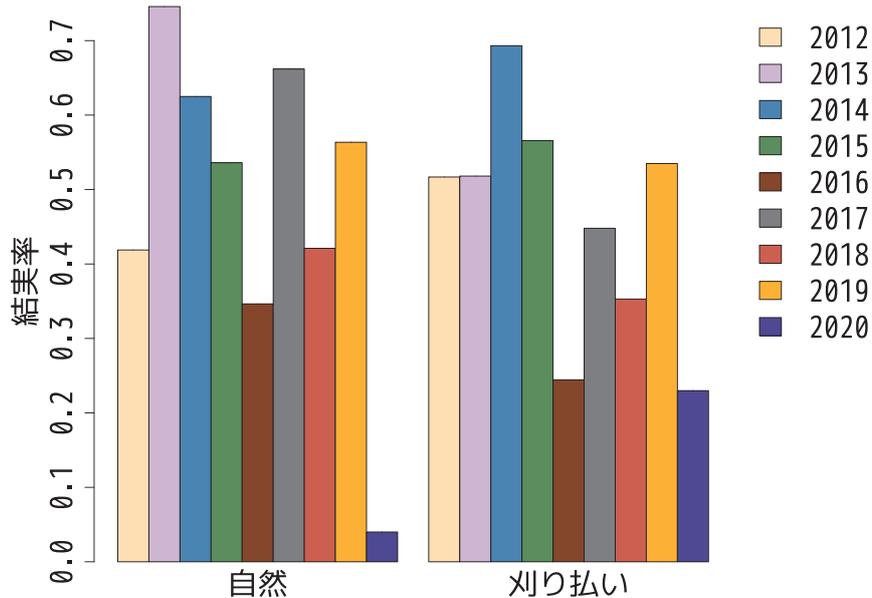


図 30 茎の結実率（果実を付けた茎数 / 同じ調査で観察された茎数）の年変化

表 17 刈り払い処理が結実率に与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	41.50	2	<0.001 ***
調査区	0.00	1	0.993
調査時期 × 調査区	6.82	2	0.033 *

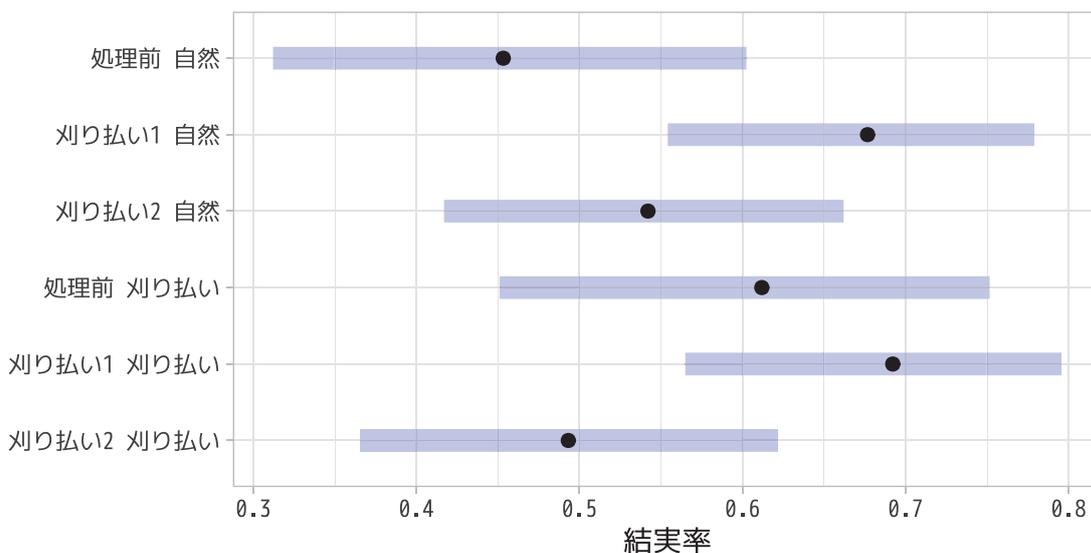


図 31 モデルにより計算された調査時期・調査区ごとの結実率の推定値。点は推定値を、バーは推定値の 95% 信頼区間を表す

(13) 結実率への葉長の影響

開花率と同様に、ミズバショウの結実率は葉長によって異なる可能性がある。これを考慮した上で刈り払い処理が結実率にどのような影響を与えたかを一般化線形混合モデルで解析した。モデルの説明変数には葉長、調査区、調査時期の組み合わせでできる全ての主効果と交互作用を組み込み、葉長と結実率の関係が調査区や調査時期で異なる可能性を考慮した。モデルの応答変数には各茎の結実のありなしを用い、誤差分布には二項分布、リンク関数には logit を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

表 18 刈り払い処理と葉長が結実率に与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	36.23	2	<0.001 ***
葉長	202.98	1	<0.001 ***
調査区	4.50	1	0.034 *
調査時期 × 葉長	0.00	2	0.999
調査時期 × 調査区	2.51	2	0.285
葉長 × 調査区	2.79	1	0.095 .
調査時期 × 葉長 × 調査区	3.02	2	0.221

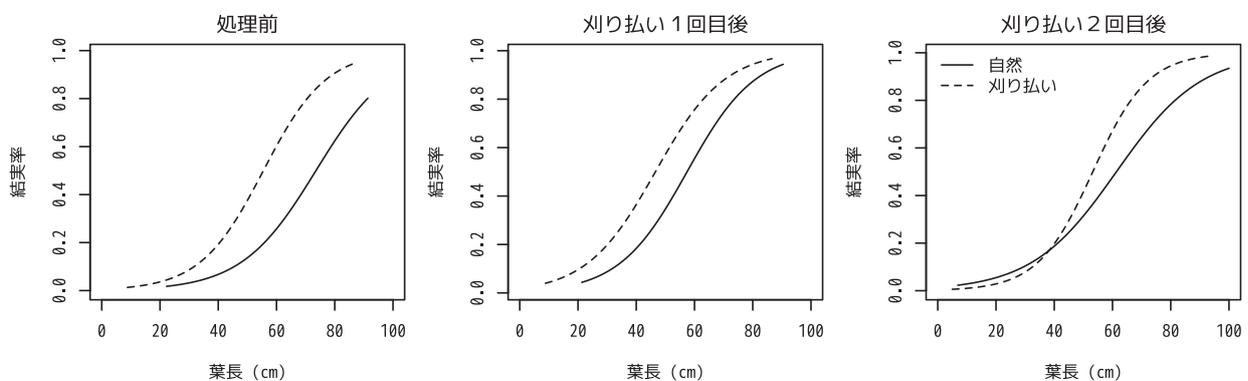


図 32 葉長と結実率の関係の調査区・調査時期による違い。線はモデルから推定された葉長と結実率の関係を示し、実線は自然区、点線は刈り払い区での関係を示している。推定値は実際に観察された葉長の範囲で計算したが、実際には葉長 80cm を超える茎は刈り払い区ではほとんど見られなかったことに注意が必要である

解析の結果、調査時期、葉長、調査区の効果がありであった（表 18）。この結果は、結実率が葉長の影響を受けており、また調査時期や調査区によって結実率が異なることを示している。モデルにより推定された調査区・調査時期ごとの葉長と結実率の関係（図 32）を見ると、どの調査区・調査時期でも葉長が増加すると結実率も高くなる傾向が見られた。また、ほとんどの条件で刈り払い区は自然区よりも同じ葉長での結実率が高かった。2回目の刈り払い後の葉長が短い個体ではこの傾向が見られないが、葉長と調査区との交互作用が有意ではないため（表 18）、この違いは統計的には有意ではないと考えられる。また調査時期による違いを見ると、1回目刈り払い後の結実率が処理前・2回目の刈り払い後よりも高くなっていた。

(14) 茎あたりの果穂数の年変化

図 33 に茎あたりの果穂数の年変化を示した。茎あたりの果穂数には自然区と刈り払い区との明瞭な違いは見られず、ばらつきも大きかった。また、年により果穂数が変動していたが、そのパターンは自然区と刈り払い区で同じような傾向を示していた。

茎あたりの果穂数に刈り払いの効果があるかどうかを確かめるため、一般化線形混合モデルによる解析を行った。応答変数には各茎の果穂数を、説明変数には調査区・調査時期・調査区と調査時期の交互作用を用いた。誤差分布にはポアソン分布を用い、リンク関数には log を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

解析の結果、茎あたりの果穂数は調査時期により異なるが、自然区・刈り払い区との違いは見られず、という結果が得られた (表 19)。モデルによる調査期間ごとの推定値を見ると、自然区・刈り払い区ともに処理前に比べて1回目の刈り払い後は茎あたりの果穂数が増加していたが、2回目の刈り払い後は茎あたりの果穂数が減少していた (図 34)。

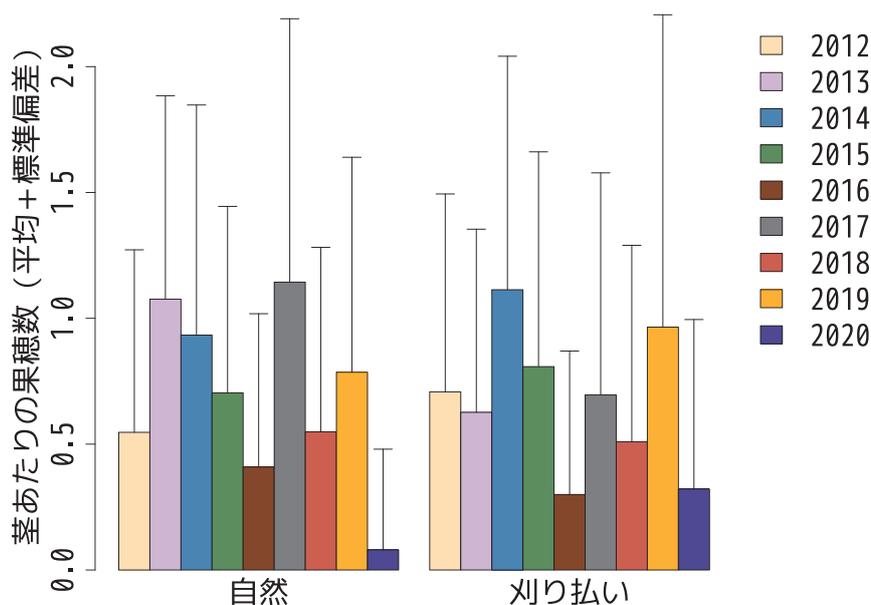


図 33 茎あたりの果穂数の年変化。バーは平均値を表し、エラーバーは標準偏差を表す

表 19 刈り払い処理が茎あたりの果穂数に与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果 (尤度比検定)

	χ^2	自由度	p値
調査時期	22.96	2	<0.001 ***
調査区	0.00	1	0.969
調査時期 × 調査区	4.25	2	0.120

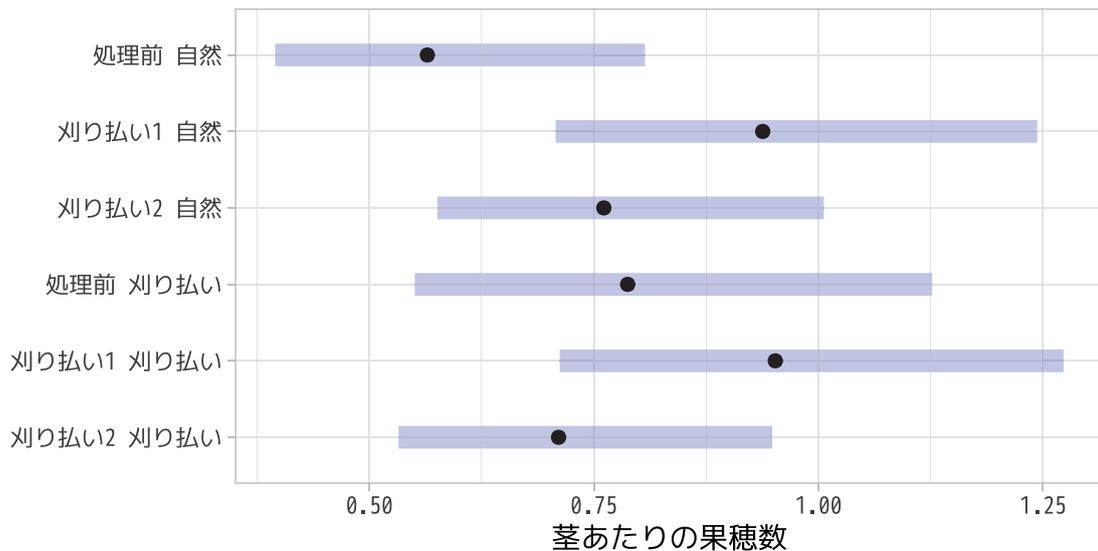


図 34 モデルにより計算された調査時期・調査区ごとの茎あたりの果穂数の推定値。点は推定値を、バーは推定値の95% 信頼区間を表す

(15) 茎あたりの果穂数への葉長の影響

茎あたりの果穂数は葉長によって異なる可能性がある。これを考慮した上で刈り払い処理が果穂数にどのような影響を与えたかを一般化線形混合モデルで解析した。モデルの説明変数には葉長、調査区、調査時期の組みあわせでできる全ての主効果と交互作用を用い、葉長と果穂数の関係が調査区や調査時期で異なる可能性を考慮した。モデルの応答変数には茎あたりの果穂数を用い、誤差分布にはポアソン分布、リンク関数には logit を用いた。ランダム効果には方形区の番号を用いた。

解析の結果、葉長と果穂数の関係は調査区により異なり（表 20、葉長×調査区）、また、果穂数は調査時期によって異なる（表 20、調査時期）という結果が得られた。モデルにより推定された調査区・調査時期ごとの葉長と果穂数との関係（図 35）を見ると、刈り払い区は自然区と比べて葉長が大きくなった時の果穂数が多くなっていた。また、処理前と比較すると、1回目・2回目の刈り払い後には自然区・刈り払い区ともに葉長に対する果穂数が多くなっていた。

表 20 刈り払い処理と葉長が果穂数に与えた影響を解析した一般化線形混合モデルの結果（尤度比検定）

	χ^2	自由度	p値
調査時期	25.77	2	<0.001 ***
葉長	208.10	1	<0.001 ***
調査区	3.88	1	0.049 *
調査時期 × 葉長	0.84	2	0.658
調査時期 × 調査区	2.06	2	0.357
葉長 × 調査区	5.78	1	0.016 *
調査時期 × 葉長 × 調査区	2.85	2	0.240

4.5 草本調査

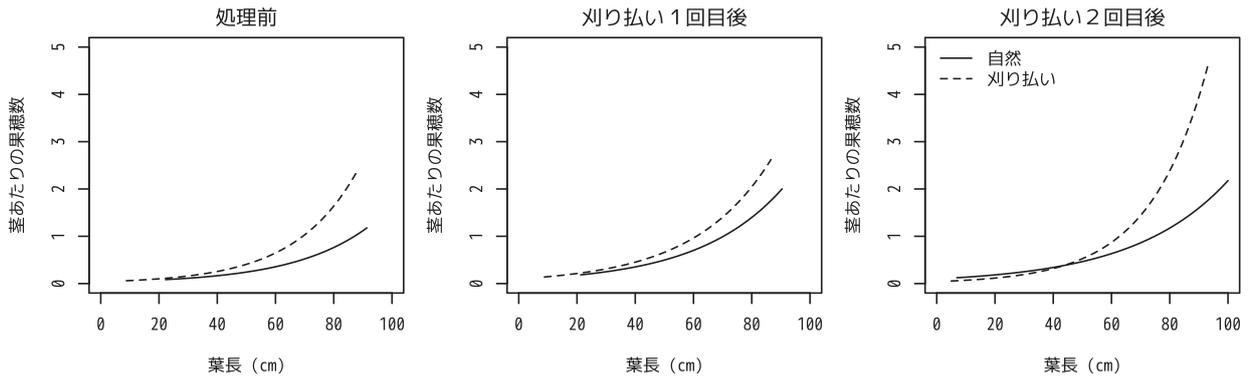


図 35 葉長と果穂数の関係の調査区・調査時期による違い。線はモデルから推定された葉長と果穂数の関係を示し、実線は自然区、点線は刈り払い区での関係を示している。推定値は実際に観察された葉長の範囲で計算したが、実際には葉長 80cm を超える茎は刈り払い区ではほとんど見られなかったことに注意が必要である

4.5 草本調査

湿原にはミズバショウ以外にも特徴的な植物が生育している。今回の光環境の改善によって、ミズバショウ以外の種が受ける影響をみるため、自然区、刈り払い区それぞれにおいて見られた、コバイケイソウ、ショウジョウバカマ、コオニユリ、エゾリンドウ、アケボノソウ、コバギボウシについて、それらのマッピングと茎数の計測を行った。ただし、個体数が多く（おおむね茎数で 15 以上）群落状になっている場合には正確な係数ができなかったため、このような場合を 15 として計数して、それらの変化を図 36 に示した。

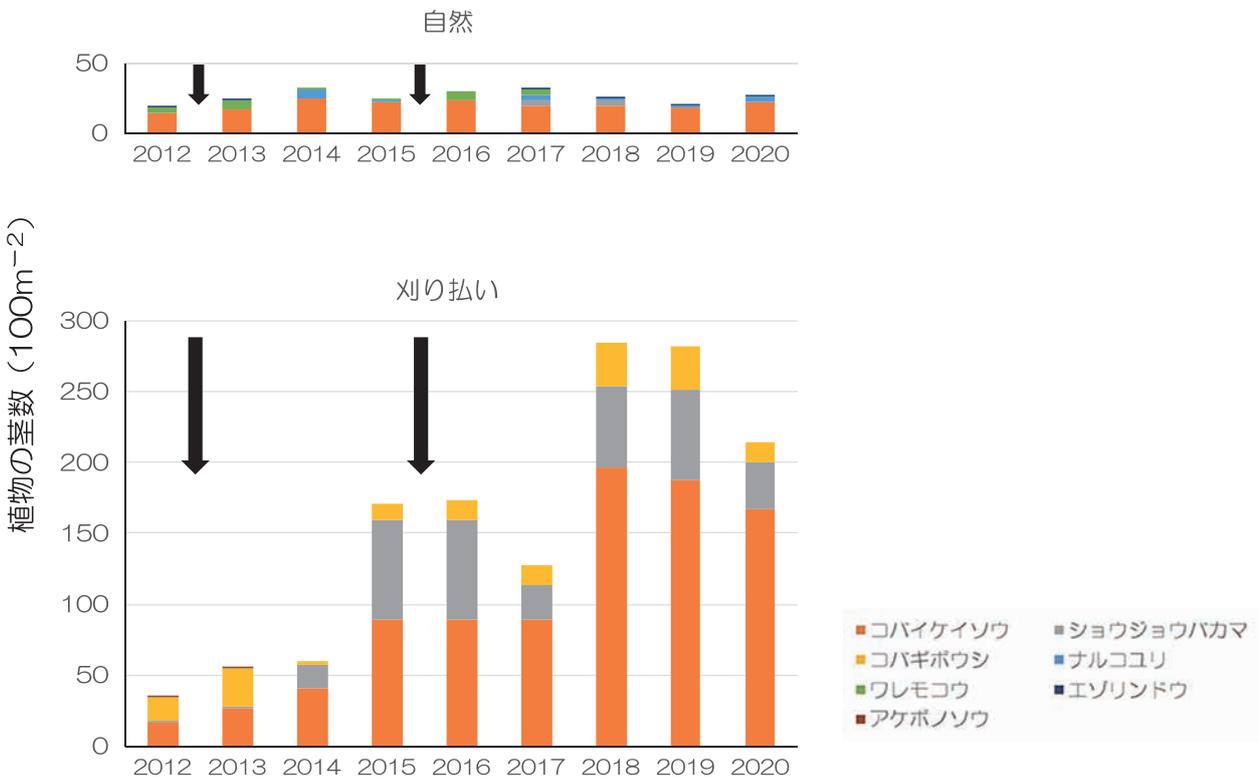


図 36 ミズバショウ以外の湿生植物の変化。矢印は刈り払い処理をした時期

自然区と刈り払い区では、最初から生育する植物種がやや異なっており、ショウジョウバカマやコバギボウシは、最初から刈り払い区でのみ見られた。刈り払い区では、光環境が好転したため、これらの植物の茎数が大きく増加したことがわかる。とくに、コバイケイソウ、ショウジョウバカマ、コバギボウシは顕著であった。自然区にもコバイケイソウは分布していたが、その茎数は大きく変化しなかった。



写真 17 コバイケイソウ



写真 18 コバギボウシ



写真 19 エゾリンドウ



写真 20 アケボノソウ

5 考察

5.1 ミズバショウ群落衰退の原因

近年、この地域のミズバショウが衰退傾向にあるという観測がある。今回の調査では、空中写真の分析から、1964年のリンゴ園造成にともない道路建設などが行われ、湿原周辺の植生が大きく変化したことがわかった(写真9～14)。また、刈り払い処理のために伐採した樹木の年輪解析により、1964年のリンゴ園造成のころに樹木の侵入が多く、また樹木の成長もよくなっていることがわかった(図12、13)。

これらのことから考えると、1964年のリンゴ園造成や道路建設などにより、水脈が変化し、湿原周辺の乾燥化が起り、その時に樹木が侵入したのではないかと推測できる。また、その後、空中写真で見ても樹木の樹冠が大きくなるなど、森林化が進んだと思われ、このことがミズバショウ群落の衰退を招いてきた可能性が高い。

おそらく、乾燥化は直接ミズバショウの生育適地である湿地を減少させたであろうし、湿原においても乾燥化によって樹木の侵入や成長が起り林冠を樹木が覆うことによって林床に到達する光の量も減少したものと考えられる。調査前の刈り払い区には、高さ1mに満たないハイヌツゲがかなり優先していたことを考えると、林冠木だけでなく低木類も乾燥化で増加した可能性がある。こうした変化によって、ミズバショウは、自らの生育環境の悪化とともに競合する植物の増加によって衰退してきたのではないかと推測できる。

また、刈り払いによって、ミズバショウ以外の湿生植物(とくに、コバイケイソウは顕著)が増加した。したがって、多くの湿生植物がこの影響を受けたものと考えられる。

5.2 上層樹木刈り払いの効果

ミズバショウが衰退した理由は、主として水分環境と光環境の変化であったと考えられるが、今回の実験で環境を改善する方法として知見が得られたのは、光条件についてのみである。実験開始前の、とくに刈り払い区では、上層をトネリコ、ハンノキが覆い、下層では低木類(とくにハイヌツゲ)とミズバショウなどが競合するという状況であった。天然記念物への影響を最小化するという配慮から、当初(2012年)は直径5cm以下の樹木を刈り払うという処理のみを行ったが、さらに条件を改善するため、2015年に、直径5～10cmの樹木も刈り払うという処理を行った。

1回目の刈り払いでは森林の断面積合計の減少は小さかったが(胸高断面積で5%未満)、光条件では、実験前に10%程度であった開空度が約15%程度に改善された。しかし、さらに大きな変化が必要と思われたため、2015年に再度刈り払いを行い、胸高断面積を当初の80%くらいに減少させ(図7～9)、開空度は約18%に改善できた。ただし、それでも、自然区よりは森林として大きく、光環境としても刈り払い区より、自然区のほうが明るかった。第1回目の刈り払いは、光条件の改善もあったが、林床植物と競合するハイヌツゲを除去できた点も重要であったと思われる。

ミズバショウの生育状況を全体としてみると、茎数、葉長、開花・結実数ともに、調査期間全体を通じて刈り払い区よりも自然区のほうが高い値を示しており、この点は最初からの環境の違いに起因すると考えられる。自然区のほうが森林としては未発達で、したがって林内は明るく、水の条件もよかったためミズバショウの生育状況として優れていたと考えることができる。したがって、刈り払い区が、最初の状態からどのように変化したのかが、重要となる。

まず茎数に関しては、2012年と2019年で見ると、統計的には刈り払いで増加したとは言えなかった(表7)。刈り払い区で2回目の刈り払いのあと、茎数が増加したが(図14)、統計的には刈り払いの効果とみなすことはできなかった(表17)。この時の増加は、実生のような小さな個体が増加し、後年それが消失したことによって起こっており(図16でも確認できる)、実生の定着などに年変動が大きいことを示唆する。あるいは、

刈り払い区で一度定着した実生が、他の草本の繁茂（図 36）により消失した可能性も否定できない。

葉長については、平均値で比較すると、自然区では大きく変化しなかった（2020 年の動物害を除く）のに対して、刈り払い区では減少傾向にあった（図 17）。このことは、刈り払い区で小さい個体が増加したことが大きく影響している（図 16）。しかし、ミズバショウの葉の被覆度で見ると、自然区では調査期間を通じて変化が少なかったのに対して、刈り払い区では調査期間中に増加した（図 20）。写真からは、株あたりの葉の枚数も増加しているように思えるが、今回は葉の枚数を計数していなかったため、明確ではない。したがって、刈り払いの影響は、株数や葉の大きさには影響せず、葉の被覆度（あるいは茎あたりの葉の枚数）に影響したと考えられる。光条件の改善が、葉のサイズではなく、葉の被覆度（あるいは葉の枚数）に効いた理由については、今回は茎あたりの葉数を観測していなかったため、よくわからない。

一方、開花数に関しては、年変動が大きく、刈り払いの影響を検出することが難しかった（図 21）。開花率（開花した茎の割合）で見ると、自然区では大きく変化しないのに対して、刈り払い区でむしろ減少傾向があった。一般に、開花率は大きな葉をもつ茎で高くなることから（図 24）、刈り払い区では調査期間途中から小さい葉をもつ茎の割合が高くなったこと（図 16）と関係している。これらの傾向は、面積あたりでも茎あたりで見ても同じであった。ただし、同じサイズの葉であれば、刈り払い区のほうが自然区よりも開花率が高くなっており（図 24、25）、被覆度の変化（図 20）と合わせて考えると、刈り払い区では、光条件の改善により、葉のサイズは大きくならなかったものの、茎あたりの葉量が増加して小さな葉をもつ茎の開花率が上がった可能性がある。なお、これらの傾向は、結実に関してもほぼ同様のことが観察された。

一方、ミズバショウ以外の湿生植物に対しては、影響が顕著であった。自然区で大きな変化がなかった一方で、刈り払い区では、コバイケイソウ、ショウジョウバカマ、コバギボウシの茎数が大きく増加した。とくにコバイケイソウは、自然区では大きな変化が見られなかったため、この種に関しては刈り払いの影響がとくに大きかったと考えられる。ショウジョウバカマ、コバギボウシについては、最初から自然区では見られなかったため、刈り払いによる効果かどうかは明確ではないが、低木類（とくに多かったハイヌツゲ）を刈り払ったことによって、生育環境が好転したことは十分考えられる。ただし、こうした変化は、後年、ミズバショウとの競合を引き起こす可能性もある。

以上をまとめると、直径 10cm 以下の樹木を刈り払うことによって、林床は明るくなり、競合する低木類も除去できるという効果は明確であった。しかし、ミズバショウに与える影響は大きいとは言えず、2012 年の処理から 8 年、2015 年の処理から 5 年を経過しても、ミズバショウの茎数、葉長、開花・結実数には大きな変化を（統計的に有意な差として）見ることはできなかった。一方で、被覆度（おそらく茎あたりの葉の枚数を反映）は増加しており、より葉長の小さい茎でも開花・結実が見られるようになっている。したがって、全体として生育状況は改善され、活性化されたとと言えるだろう。葉長や開花・果実数などが指標として適切なのか、あるいは、今後長期間の観測でその効果がみられるかどうかについては、今後検討が必要であろう。また、ミズバショウ以外の湿生植物に関しても刈り払いの影響は、むしろミズバショウ以上に大きい可能性がある。

5.3 ミズバショウ群落保全のための提言

以上のような結果と考察から、泉ヶ岳のミズバショウ群落の保全に関して、いくつかの提言が可能である。

まず、樹木を刈り払うことによる環境改善は一定の効果を持っている。低木の除去は、ミズバショウの競争相手となる低木類（今回はとくにハイヌツゲ）を除去することに有効であるが、光条件の改善という点では、大きな効果を持たなかった。林冠がよく閉じている場合には、低木だけでなくある程度林冠に達している樹木も含めて除去する必要がある。ただし、光条件のみの改善によっては、葉の量は増加する可能性が高いものの、茎数、葉のサイズ、開花・結実状況などの改善に即効性はなく、光以外の要因が関与している可能性がある。

また、こうした刈り払いにはミズバショウ以外の植物の生育を改善する効果もあるが、逆にそれらの植物が繁茂することで、ミズバショウと新たな競争を招く可能性もあるため注意が必要である。さらに、刈り払う場合には、低木類のなかにミヤマウメドキのような希少種もあることから、こうした植物の保全にも留意する必要がある。今後、刈り払いによる回復を進めるのであれば、以上の点に留意しつつ、小面積ずつ拡大してその効果を確かめながら行うことが良いと考える。

光以外の要因に関しては、今回の実験からはほとんど新たな情報が得られていない。ただ、この地域におけるミズバショウの衰退は、1964年に行われたリンゴ園の開発工事によって進んだ湿原の乾燥化と樹木の侵入・成長促進に関係している可能性が高いことは示された。現在の水環境は、工事以前のものと大きく異なっており、工事以前の状況に復元することは難しいと考えられる。ミズバショウ生育地の下流には堰が切れている場所があり、この場所からの水の流出により湿原全体の水位が下がっている可能性がある。この堰や小堤防の復元は、数少ない対策として可能性があるものの、その効果を推測することはむずかしい。水位を上げると、出水時の管理などの問題もあるし、枯死する樹木が出る可能性もある。もし、今後こうした実験を行うのであれば、これらの問題を検討したうえでモニタリングをしながら行うことが望ましいと考える。



写真 21 ミヤマウメドキ（花）



写真 22 ミヤマウメドキ（果実）

仙台市指定天然記念物「泉ヶ岳のミズバショウほか湿生植物群生地」の 保存管理の指針

令和4年3月 仙台市教育委員会

1. 保存管理の基本方針

- (1) 当該文化財の保存管理は、現在残されている自然環境を損ねることなく、維持し、自律的な自然の回復を目指すことを原則とする。
- (2) 過去にあって現在は失われた自然を人為的に取り戻すことや、人為的に作り出すことは原則として行わない。
- (3) 自然の衰退が明らかに人為的な原因によることが特定される場合には、過去にあった自然の自律的回復を人為的に支援することを、所有者、管理者、仙台市教育委員会等の関係者（以下、「関係者」という）間で検討する。
- (4) 人為的な支援の行為を行う場合は、以下のことが必要である。
 - ①文化財の保存に悪影響を及ぼさないことが確認できた内容を行うこと
 - ②行為によって現状の自然環境がすべて失われてしまうことを予防するため、行為の影響が及ばない範囲を設定し、限定的な範囲から少しずつ実施すること
 - ③それらの行為の影響を分析・評価・検証できるよう、行為前後一定期間の客観的な状況把握と記録を行うこと
- (5) 上記指針を踏まえ、必要な場合は、関係者間で十分な協議を行う。
- (6) 人為的な支援の行為のうち、低木類除去による環境改善は、ミズバショウ以外の湿生植物の生育を改善し、ミズバショウと新たな競合を招く可能性があること、低木類の中にはミヤマウメモドキのような希少植物も含まれており、それらの保全にも留意する必要があることを踏まえて実施することが望ましい。

2. 保存管理の対象となる諸要素

当該文化財を構成し、保存管理の対象となる諸要素は以下のとおりである。

- (1) 天然記念物の本質的価値を構成する諸要素
 - ・湿生植物（ミズバショウ、ヤチスギラン、エゾニガクサ、オオニガナ、ヒメコヌカグサ、サギソウ、トキシウ、ミズトンボ、オオミズトンボ、コバノトンボソウ、サワギキョウ、ムラサキミガキグサ、ミヤマウメモドキなど）
 - ・上記植物が自生する湿原環境（土壌、地下水）
- (2) 本質的価値に影響を与える周辺環境を構成する諸要素
 - ・文化財指定時より当該地に自生している、湿生植物以外の植物
 - ・湿原以外の陸地化した環境
 - ・人工的な水路、道路、遊歩道
- (3) その他の諸要素
 - ・便益施設（木道、説明板、表示板など）
 - ・文化財指定時より当該地に自生していない植物（外来植物、園芸植物など）

3. 現状変更の取扱い方針

当該文化財を構成する諸要素ごとの保存管理の方法として、現状変更の取扱い方針を以下に示す。

(1) 天然記念物の本質的価値を構成する諸要素

保存管理のため必要な行為以外の現状変更は、認めない。ただし、調査研究や保存活用のため必要な行為については、文化財の保存に影響を及ぼさないか、あるいは及ぼす影響が軽微なものに限り、認める場合がある。

(2) 本質的価値に影響を与える周辺環境を構成する諸要素

保存管理のため必要な行為以外の現状変更は、原則として認めない。ただし、調査研究や保存活用のため必要な行為については、文化財の保存に影響を及ぼさないか、あるいは及ぼす影響が軽微なものに限り、また、公共・公益施設の必要最小限の改修等については、文化財の保存に影響を及ぼさないものに限り、認める場合がある。

(3) その他の諸要素

保存管理や調査研究のため必要な行為以外の現状変更は、原則として認めない。ただし、保存活用のため必要な行為については、文化財の保存に影響を及ぼさないか、あるいは及ぼす影響が軽微なものに限り、また、公共・公益施設の必要最小限の改修等については、文化財の保存に影響を及ぼさないものに限り、認める場合がある。

(1) (2) (3) いずれも、現状変更を許可する場合であっても、長期的な影響を確認できるよう、現状変更に係る事項について、事前に客観的な現状把握を行ったうえで、現状変更中の記録を取りながら実施することを許可の条件とする。ただし、現状変更後の影響が懸念される場合には、現状変更終了後の必要な期間における記録を取ることを条件に追加する。

現状変更の取扱い方針		現状変更の内容				
		一般の現状変更	保存管理のため必要な行為	調査研究のため必要な行為	保存活用のため必要な行為	公共・公益施設の必要最小限の改修等
現状変更の対象	(1) 天然記念物の本質的価値を構成する諸要素	× 認めない	○ 認める	△ 認める場合がある (※1)	△ 認める場合がある (※1)	× 認めない
	(2) 本質的価値に影響を与える周辺環境を構成する諸要素	× 認めない	○ 認める	△ 認める場合がある (※1)	△ 認める場合がある (※1)	△ 認める場合がある (※2)
	(3) その他の諸要素	× 認めない	○ 認める	○ 認める	△ 認める場合がある (※1)	△ 認める場合がある (※2)

※1: 文化財の保存に影響を及ぼさないか、あるいは及ぼす影響が軽微なものに限る

※2: 文化財の保存に影響を及ぼさないものに限る

仙台市文化財調査報告書第 495 号

仙台市指定天然記念物
泉ヶ岳のミズバショウほか湿生植物群生地
モニタリング調査報告書

— 平成 24 年度～令和 2 年度調査 —

2022 年 3 月 31 日発行

発行 仙台市教育委員会

仙台市青葉区上杉1丁目5-12
仙台市役所上杉分庁舎10階
文化財課 TEL 022 (214) 8892

印刷 株式会社 共新精版印刷

仙台市宮城野区新田2丁目11-1-101
TEL 022 (236) 7181
