

富山県美女平ブナ林のモニタリング調査結果 (2002~2018年)

佐藤 卓

日本海植物研究所

〒939-3553 富山県富山市水橋の場195

Result of the monitoring research on the Beech Forest in Bijodaira, Toyama Prefecture, Japan, 2002-2018

Takashi Sato

Nihonkai-shokubutu Research Institute, Matoba 195, Toyama-shi, Toyama, 939-3553 Japan

Abstract: To understanding the change of ecosystem in beech forest in Bijodaira (960-990m in altitude), the observation of the litter and temperature condition were carried from 2002 to 2018. (1)The amount of the litter were 3.69-9.46ton/ha, consisting of beech leaves (1.88-3.00ton/ha) and flowers and acorns (0-4.24ton/ha). (2)Masting year (more than 100 sound acorns per square meter) were regarded 4 times, 2005, 2011, 2015 and 2018. (3)Amount of the fallen beech leaves showed the tendency of decreasing year by year. (4)The significant change of the annual mean temperature in Bijodaira was not observed at 2m high among 2002-2018. (5)The significant relationship between annual mean temperature at 2m high in Bijodaira and the annual amount of the beech flowers and acorns was not found.

Key words: Bijodaira, beech forest, bearing fruit, temperature condition

はじめに

近年、地球温暖化に伴う植物や植物群落への影響を予想する研究(西村ら, 2001; 石神ら, 2002; 中静, 2009; 松井ら, 2015)が盛んに行われている。しかし、具体的に植物の分布の変化についての報告は、安田ら(2007)による群馬県と新潟県の県境にある平ヶ岳の湿原が33年間で10%縮小したという報告や、古池ら(2014, 2015)による白山の高山帯・亜高山帯の雪田植生・湿原など約半世紀間に減少したという報告などわずかなない。

そこで、立山の温度環境と美女平のブナ林の物質生産量の変化を記録することを目的として、2002年から立山山域(美女平から大汝山までの地域)で、モニタリング調査をすることにした。

2002年から2010年までのモニタリング調査結果

(佐藤, 2011)に、その後の調査結果を加えてここに報告する。

物質生産量は美女平のブナースギ混交林にリタートラップを設置し、観察を行うことにした。その際、ブナの落葉量や果実の落下量を観察してきた。立山の温度環境の変化はデータロガーを用いてモニタリングする。これらの結果を基に、立山の環境変化とブナ林の生産量との関係を考察したい。

この調査を実施するに当たり、自然公園法第17条第3項の規定により中部山岳国立公園の特別地域内における工作物の新築許可(環中地松許第1605121号、富山県指令自第103号)を得ている。同じく富山森林管理署より国有林野使用許可書(30富管第195号-1)を得て、この調査を実施した。

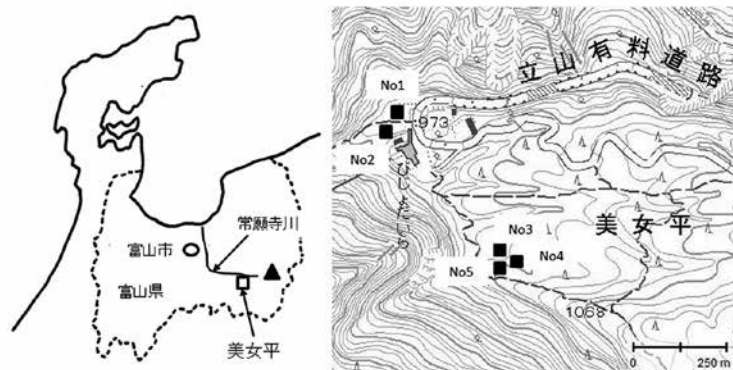


図1 美女平ブナ林の調査地点と5個のリタートラップ位置

調査地点と調査方法

美女平ブナ林の調査地点は図1に示した。リタートラップを設置した林分はブナとスギが混交した林となっており、個体密度 ($H \geq 2$ m) は1333~1900本/haで、基底面積合計は40.55~105.30 m^2 /haであった(佐藤, 2011)。リタートラップの開口部の面積は0.5 m^2 で、高さ90cmの位置に設置した。2013年にNo.3とNo.4のリタートラップの近くのブナが枯死したため、その2つのリター

トラップを同じ林分内の別の場所(元の場所から10m離れた所)へ移設した。

リタートラップは5月に設置し、11月まで毎月リターを回収した。回収したリターは乾燥し、種類ごと器官ごとに重量を測定した。5個のリタートラップから得られたリター量は合計し、美女平ブナ林の値として算出した。地上部純生産量は依田(1971)の方法により、落葉量から算出した。

美女平と弥陀ヶ原、室堂、大汝山の温度環境はティーアンドエー社製の温度ロガーTR51A(TR51i)とTR52(TR52i)を用いて観測した。TR51A(TR51i)はセンサー内蔵型で、高さ2mの立木の幹(室堂では1m、大汝山では山小屋軒下)にテープを用いて北向きに固定した。TR52(TR52i)はセンサー付きのロガーで、地表面の落葉の下にセンサーが位置するように固定した。データは1年に1回、回収した。

表1 富山県美女平ブナ林におけるリタートラップ調査結果

年度	ブナ			その他	地上部 純生産量 (ton/ha/年)	落果数 (個/ m^2)	健全果数 (個/ m^2)	健全果の 割合(%)
	葉 (ton/ha/年)	枝 (ton/ha/年)	花・果実 (ton/ha/年)	葉・枝 (ton/ha/年)				
2002年	2.87	0.83	0.53	2.58	11.3	186.4	0	0
2003年	3.00	0.29	0.29	1.66	11.7	69.6	0	0
2004年	2.24	0.90	0.10	2.71	9.3	2.4	0	0
2005年	2.67	0.38	4.24	2.17	10.7	1283.2	721.2	56.2
2006年	2.27	0.97	0.00	2.15	9.4	0.0	0	—
2007年	2.38	0.91	0.30	4.36	9.8	132.6	0	0
2008年	2.45	0.59	0.14	2.41	10.0	18.0	0	0
2009年	2.31	0.51	0.38	2.26	9.5	122.8	3.2	2.6
2010年	2.68	0.55	0.01	1.87	10.7	1.2	0	0
2011年	2.12	0.60	1.44	1.61	8.9	719.2	365.2	50.8
2012年	1.88	0.49	0.00	1.93	8.1	0.0	0	—
2013年	2.12	2.54	0.96	1.99	8.9	195.6	6.8	3.5
2014年*	2.05	0.52	0.00	1.11	8.7	0.0	0	—
2015年	2.32	0.44	1.50	2.52	9.6	437.6	174.0	39.8
2016年	2.19	0.32	0.00	1.32	9.1	0.0	0	—
2017年	2.71	0.56	0.14	1.83	10.8	32.8	0	0
2018年	2.22	0.84	1.34	1.91	9.2	441.2	152.4	34.5
平均値	2.38	0.72	0.67	2.14	9.7	214.3	83.7	14.4

* : 2014年からNo3と4のリタートラップを同じ林分内の新しい位置に移動した。

地上部純生産量 = 落葉量 $\times 5.0 \times e^{-0.083 \times \text{落葉量}}$

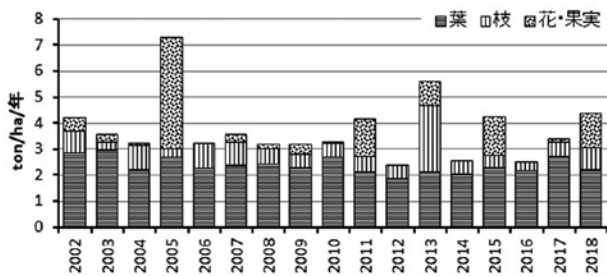


図2 美女平ブナ林におけるリター量の経年変化

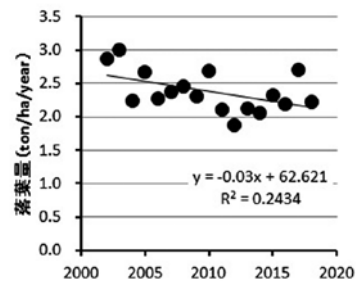


図3 美女平ブナ林における落葉量の経年変化

結果および考察

1 美女平ブナ林のリター量

2002年から2018年までのリタートラップ調査結果を表1と図2に示した。2002-10年の平均リター量は6.33ton/haだが、2011-18年の平均リター量は5.44ton/haで、1.11ton/ha減少したが、有意差は認められなかった ($t_{cal} = 1.26$, $P = 0.23$)。

ブナのリター量は2002-10年の平均は3.86ton/ha、2010-18年の平均は3.66ton/haで、平均値に有意差は認められなかった ($t_{cal} = 0.34$, $P = 0.74$)。

ブナの落葉量を比較すると、2002~2010年の平均値は2.54ton/haだが、2011-18年の平均値は2.20ton/haと減少し、平均値に有意差が認められた ($t_{cal} = 2.68$, $P = 0.02$)。また、2002年から2018年の期間に、ブナの落葉量が減少する傾向 ($r = -0.49$, $P < 0.05$) が認められた (図3)。富山市有峰西谷のブナ林では、1990-2014年のブナ落葉量は西暦と正の相関 ($r = 0.69$, $p < 0.05$) が認められた (佐藤, 2014) ことから、美女平のブ

ナ林は有峰西谷のブナ林とは異なり、林が衰退し始めているのではないかと推定される。

落葉量から推定されたブナの地上部純生産量は8.1~10.8ton/ha/年で、平均10.3ton/ha/年であった。この値は坂上 (1983) が報告している有峰のブナ林 (樹齢50年前後) の値 (10.2ton/ha/年) とほぼ同じで、佐藤 (2014) が報告している有峰西谷ブナ林の値 (12.9ton/ha/年) より小さい値であった。美女平ブナ林の地上部純生産量は吉良 (1975) が算出した日本冷温帯落葉広葉樹林の地上部純生産量 (8.2 ± 3.7 ton/ha/年) の範囲に含まれていた。

落枝量の2002-10年の平均値 (0.66ton/ha) と2010-18年の平均値 (0.79ton/ha) に、有意差は認められなかった ($t_{cal} = 0.48$, $P = 0.64$)。

花・果実 (殻斗を含む生殖器官) 量は、2002-10年の平均値 (0.67ton/ha) と2010-18年の平均値 (0.67ton/ha) に、有意差は認められなかった ($t_{cal} = 0.01$, $P = 0.99$)。

ブナの落果数を表2と図4に示した。2010-18

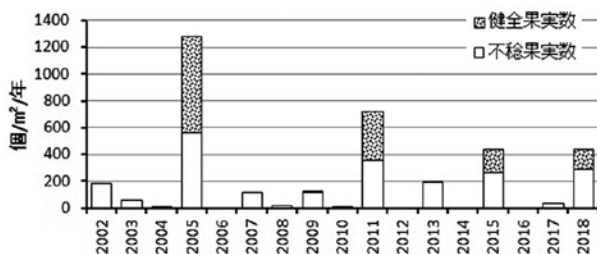


図4 美女平ブナ林における落下した果実数の経年変化

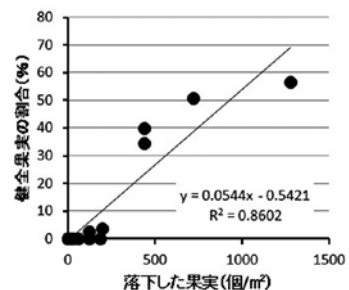


図5 美女平ブナ林における落下した果実数と健全果実の割合の関係

表2 立山の4カ所で観測した年平均温度(°C)

測定地点	標高 (m)	観測年度															
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
美女平 2m	960	9.0	8.9	9.8	8.5	8.6	9.0	8.8	9.0	9.1	8.7	8.5	8.9	8.6	9.4	9.7	8.4
美女平 0m	960	8.7	8.9	10.4	9.0	8.5	9.1	8.8	8.9	9.2	9.0	—	—*	8.8	10.1	11.2	10.6
弥陀ヶ原 2m	1940	—	—	6.4	5.2	4.7	5.4	4.7	5.1	5.3	4.9	4.8	4.6	4.7	5.0	6.0	4.0
弥陀ヶ原 0m	1940	4.3	4.6	5.2	—	—	4.5	4.6	4.6	—	—	4.3	4.6	4.2	4.8	5.8	2.8
室堂 1m	2410	—	—	3.8	3.8	3.6	3.4	3.5	—	—	3.7	3.7	4.1	3.2	3.8	4.5	3.5
室堂 0m	2410	—	—	4.3	4.3	3.6	3.5	3.5	—	—	4.1	—	—	3.6	4.1	4.1	3.9
大汝山 2m	3000	—	—	0.1	-0.3	—	—	-2.3	-2.1	-0.5	-1.0	-2.2	-0.6	-2.0	0.4	-1.8	-0.7
大汝山 0m	3010	—	—	4.8	4.3	4.6	4.2	4.0	3.3	4.1	3.5	3.6	4.0	3.1	3.5	4.3	3.9

*: は欠測値があるため、年平均温度を表示しなかった。

年のブナの単位面積あたりの落果数下した果実数の平均値は208個/㎡で、2002-10年の値(202個/㎡)とはほぼ同じであった。17年間の観察期間内で、100個/㎡以上の果実が落下した年は8回で、ほぼ2年に1回の割合であった。しかし、健全果が落下した年は6回だけであった。落果数が多くなると健全果の割合が高くなる傾向が見られた(図5)。

殻斗の数は0~534個/㎡、平均116個/㎡であった。殻斗1個に果実が2個作られるので、平均値で見ると、殻斗の数は果実数の約1/2となっており、ほぼ対応していた。

2 立山の温度環境

温度データロガーを用いて2002年~2017年まで観測した立山の温度環境を表2に示した。

美女平2mの2002-17年の年平均温度は8.4~9.8°Cで、平均8.9°Cであった。顕著な経年変化は見られなかった。富山気象台の年平均気温とは強い正の相関($r=0.89$, $P<0.01$)が認められた。美女平0mの2002-17年の年平均温度は8.5

~11.2°Cで、平均9.4°Cであった。温暖化する経年変化が見られた。富山気象台の年平均気温とは正の相関($r=0.61$, $P=0.02$)が認められた。

弥陀ヶ原2mの2004-17年の年平均温度は4.0~6.4°Cで、平均5.1°Cであった。顕著な経年変化は見られなかった。富山気象台の年平均気温とは強い正の相関($r=0.79$, $P<0.01$)が認められた。弥陀ヶ原0mの2004-17年の年平均温度は2.8~5.8°Cで、平均4.5°Cであった。顕著な経年変化は見られなかった。富山気象台の年平均気温とは正の相関($r=0.68$, $P=0.02$)が認められた。

室堂1mの2004-17年の年平均温度は3.2~4.5°Cで、平均3.7°Cであった。顕著な経年変化は見られなかった。富山気象台の年平均気温とは顕著な相関が認められなかった($r=0.46$, $P=0.13$)。室堂0mの2004-17年の年平均温度は3.5~4.3°Cで、平均3.9°Cであった。顕著な経年変化は見られなかった。富山気象台の年平均気温とは顕著な相関が認められなかった($r=0.22$, $P=0.54$)。

大汝山2mの2004-17年の年平均温度は-2.3

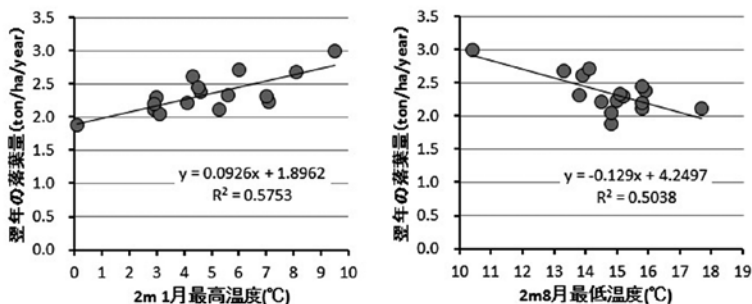


図6 落葉量と温度環境との関係(相関関係が最も高い関係)

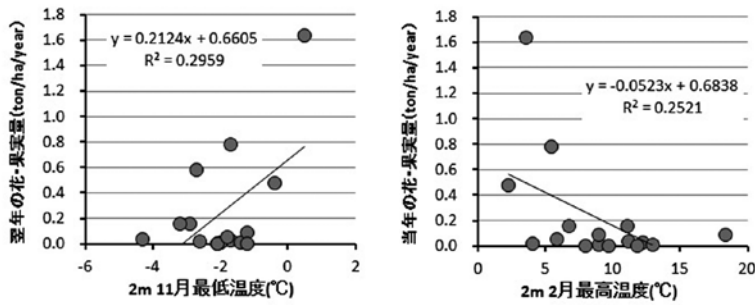


図7 花・果実量と温度環境との関係（相関関係が最も高い関係）

～0.4℃で、平均-1.1℃であった。顕著な経年変化は見られなかった。富山気象台の年平均気温とは顕著な相関が認められなかった ($r=0.24$, $P=0.44$)。大汝山0 mの2004-17年の年平均温度は3.1～4.8℃で、平均4.0℃であった。寒冷化する経年変化が見られた ($r=0.57$, $P=0.04$)。富山気象台の年平均気温とは顕著な相関が認められなかった ($r=0.37$, $P=0.19$)。

3 美女平ブナ林の温度環境とリター量と関係

2002-10年の観察結果を基に、佐藤 (2011) は前年の2 m年平均温度とブナの花・果実量とは正の相関関係 ($r=0.91$, $P<0.01$) が認められることを報告したが、2002-17年の年平均温度と2002-18年のブナの花・果実量との間には有意な相関関係は認められなかった ($r=0.33$, $P=0.22$)。美女平2 mの月平均温度、月平均最高温度、月平均最低温度、月最高温度、月最低温度とリター量との相関を調べたところ、落葉量とブナの花・果実量と、11月最低温度と2月最高温度の間で有意な相関が認められた (図6, 7)。

1月最高温度は翌年のブナ落葉量と有意な正の相関が認められた ($r=0.76$, $P<0.01$)。また、8月最低温度は翌年のブナ落葉量とは有意な負の相関が認められた ($r=-0.71$, $P<0.01$)。このことは1月の最高温度が高く、8月の最高温度が低い年の翌年は落葉量が多い傾向があることを示す。

11月最低温度と翌年のブナの花・果実量の間には正の相関関係が認められた ($r=0.54$, $P=$

0.03)。また、2月の最高温度とその年のブナの花・果実量の間には負の相関関係が認められた ($r=-0.50$, $P=0.05$)。このことは11月の最低温度が高く、翌年の2月の最高温度が低いと結実量が多くなる傾向を示す。

1月、2月の最高温度と葉量と花・果実量との関係を見ると、1月、2月の最高温度が高くなると葉への資源の分配が多くなり、低くなると花・果実への資源の分配が多くなる傾向があることから、1月、2月の最高温度が資源の分配を決める重要な刺激になっていることが示唆される。佐藤 (2016) が有峰西谷のブナ林の豊凶をもたらす至近要因を判別関数分析により、前年6月の月平均気温が重要であるとしたが、今回の研究ではそのことは確認できなかった。

今 (2009) は北海道のブナ林では、開花数と前年の4月下旬、5月上旬、5月中旬の最低気温との間に高い負の相関があることを報告しているが、美女平の場合は、4月と5月の最低温度と落下果実数や花・果実量とは有意な相関は認められなかった。

ブナの落葉量や花・果実量は、月平均温度や月平均最高温度、月平均最低温度ではなく、月最高温度と月最低温度の方がより強い相関が認められたことから、月最高温度と月最低温度がブナの生態に重要な影響を与えている可能性が示唆された。

今回は16年分の温度とリター量の観察結果を用いて解析を試みたが、まだ十分に信頼度が高い解析はできなかったため、観察を継続する必要がある。

引用文献

- 古池博・白井伸和. 2014. 白山の高山帯・亜高山帯の植生地理とその長期変動1. 南龍ヶ馬場の雪田群落の最近約半世紀間の減少. 石川県立自然史資料館研究報告, 4:17-22.
- 古池博・白井伸和・吉本敦子. 2015. 白山の高山帯・亜高山帯の植生地理とその長期変動2. 弥陀ヶ原の雪田群落の最近約半世紀間の減少. 石川県立自然史資料館研究報告, 5:19-24.
- 石神靖弘・清水庸・大政謙次. 2002. プロセスモデルを使用した日本における潜在的な自然植生分布の推定. 農業気象, 58-3:123-133.
- 吉良竜夫. 1975. 群落の機能と生産(植物生態学講座3) pp.23. 朝倉書店. 東京.
- 今博計. 2009. ブナにおけるマスティングの適応的意義とそのメカニズム. 北海道林業試験場研究報告(46):53-83.
- 松井哲哉・中尾勝洋・津山幾太郎・比嘉基紀・大丸裕武・小南裕志・大橋春香・安田正次・中園悦子・小出大・田中信行. 2015. 気候変動が天然林の潜在生育域に与える影響の評価と温暖化適応策. 日本不動産学会誌29(1):52-58.
- 中静透. 2009. 温暖化が生物多様性と生態系に及ぼす影響. 地球環境14(2):183-188.
- 佐藤卓. 2011. 富山県美女平ブナ林のモニタリング調査(リター調査)結果. 富山の生物50:47-53.
- 佐藤卓. 2014. 有峰ブナ林について(10). 富山県高等学校教育研究会生物部会報37:1-6.
- 佐藤卓. 2016. 富山県有峰のブナの豊凶を決める気象因子は何か. 富山の生物55:69-74.
- 坂上俊郎. 1983. 林冠ギャップ内に成立したブナ二次林の林分解析と現存量. 富山県林業試験場研究報告, 9:1-15.
- 只木良也. 1976. 森林の現存量-とくにわが国の森林の葉量について. 日林誌, 58:416-423.
- 安田正次・大丸裕武・沖津進. 2007. オルソ化航空写真の年代間比較による山地湿原の植生変化の検出. 地理学評論80:842-856.
- 依田恭二. 1971. 森林の生態学. pp.1-200. 築地書館. 東京.