

## 2013年ブナの結実と個体サイズの関係

佐藤 卓

富山県立新川みどり野高等学校

〒937-0011 富山県魚津市木下新144

### In 2013, the relationship between fruition and individual size of beech (*Fagus crenata*) in Toyama Prefecture and Ooita Prefecture, Japan

Takashi Sato

Niikawamidorino High School, Kinoshitashin 144, Uozu-shi, Toyama 937-0011, Japan

In 2013, the relationship between fruition and individual size of beech (*Fagus crenata*) was investigated in Toyama Prefecture and Ooita Prefecture. The fruition or not, DBH, and tree height were observed in eight beech stands. The bearing rates were 18% to 90%. Average tree height of the trees with fruit was higher than that of the trees without fruit in all stands. Average DBH of the trees with fruit was bigger than that of the trees without fruit, except that of Ainokura stand. The fruition rates of canopy trees were higher than that of under-canopy trees in all stands. The bearing rates of canopy trees were higher than that of sublayer trees in all stands. The fruition rate and the altitude showed positive correlation in the Toyama prefectural stands. By the result of discriminant function analysis using DBH and tree height, the percentage of correct answers by the discriminant formula were more than 70% in 6 stands.

Key Words : *Fagus crenata*, fruition, DBH, height

### はじめに

ブナは結実に関して、数年に一度の大量に結実する豊作年と結実がほとんど無い凶作年が観察される(橋詰, 1991)。2011年に富山県有峰西谷や美女平、相倉などで、1 m<sup>2</sup>あたり200個以上の堅果の落下が記録され、豊作年とされた(佐藤, 2012 a)。その年、富山県の6カ所の林分で、胸高直径と樹高を測定し、結実の有無と立木のサイズとの関係を調べた。その結果、胸高直径が小さい階級では結実個体の割合が小さいが、大きい階級になるにつれて、結実個体の割合が大きくなっていること、林冠を構成する個体の結実割合が林冠下層木より高いこと、胸高直径と樹高を用いると結実するかどうかの判別が高い確率でできることなどが分かった。また、2011年の場合、標高が高くなると、林冠木の結実率が高くなる傾向が認

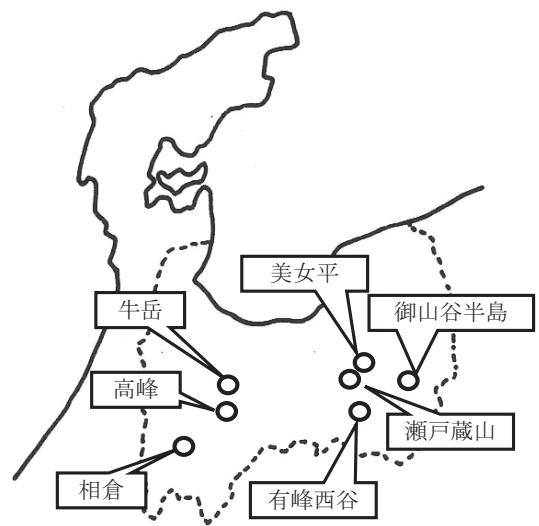


図1 富山県内のブナ結実調査地点

表1 調査林分の概要

調査地点	調査年月日	標高 (m)	個体数	樹高 (m)	平均樹高 (m)	林冠の高さ (m)	胸高直径 (cm)
南砺市平相倉	2013. 8.16	500	49	4-24	16	18-24	5-105
富山市牛岳	2013.11. 3	940	108	3-12	8	10-12	4- 72
立山町美女平	2013. 9.22	970	63	5-24	16	18-24	6-120
南砺市高峰	2013.10.28	1060	25	6-15	10	10-15	17- 72
富山市有峰西谷	2013.11. 9	1160	75	3-24	18	20-24	3- 92
富山市瀬戸蔵山	2013. 8.18	1280	101	3-15	8	10-15	4- 49
立山町御山谷半島	2013. 8.22	1460	83	3-28	17	18-28	4-105
大分県由布市黒岳	2013.10.12	1100	40	8-24	20	16-24	10-135

表2 結実個体と非結実個体のサイズ

調査地点	結実個体					
	個体数	割合	平均樹高 (m)	樹高最小値 (m)	平均胸高直径 (cm)	胸高直径最小値 (cm)
南砺市平相倉	9	18.4	19.0	15	23	9
富山市牛岳	40	37.0	9.5	7	31	12
立山町美女平	18	28.6	20.8	16	60	22
南砺市高峰	7	28.0	10.4	8	52	41
富山市有峰西谷	45	60.0	22.1	15	58	23
富山市瀬戸蔵山	55	54.5	9.4	4	28	4
立山町御山谷半島	48	57.8	24.1	10	69	10
大分県由布市黒岳	36	90.0	20.5	10	68	18

められた(佐藤, 2012b)。

豊作年と凶作年を作ることの理由については、いくつかの仮説が発表されており、その一つは“捕食者飽和仮説”(Jansen, 1971)である。この考え方では、凶作年を作ることにより、ブナの実を食害するブナヒメシクイなどの個体数を減らし、その翌年に大量の果実を作ると、食害する昆虫が少ないので食害にあう果実の量を減らすことができる。そのことにより、数年に一度の豊作年に、大量の実生を作り出すことができ、ブナ林の維持に寄与していると考えられている。

富山県では、2013年は2011年以来の結実年であった。有峰や美女平で結実が観察された。しかし、小矢部市臼谷や砺波市市谷のブナは結実が観察されなかった。ブナの結実周期に見られる同調性はどの程度確立しているのかや、そのメカニズムは

まだ解明されていない。

富山県内の2013年のブナ林リタートラップ調査の結果、美女平の落果数は196個/㎡で、その3.5%が健全果であった。有峰西谷の落果数は178個/㎡で、その33%が健全果であった。瀬戸蔵山の落果数は103個/㎡で、その31%が健全果であった。また、相倉の落果実数は11個/㎡で、その6%が健全果であった。

しかし、2011年の豊作年と比べると、2013年は落下果実数も少なく、その内の健全果の割合も小さいことから美女平と有峰西谷、瀬戸蔵山は並作、相倉は凶作の年と判断された。そこで、結実した数が少ない年において、結実の有無と個体のサイズはどのような関係にあるのかを考察することにした。また、九州大分県のブナ林の結実調査をすることができたのでその結果もあわせて報

平均胸高直径 (cm)	密度 (本/ha)	種多様度指数 ( $\alpha$ )	基底面積合計 ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	ブナ ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	樹冠面積合計 (ha/ha)	ブナ (ha/ha)
33	1350	3.1	60.7	46.7	2.58	2.00
23	—	—	—	—	—	—
36	1333	4.4	105.3	33.3	1.32	0.70
40	—	—	—	—	—	—
42	2900	3.1	40.2	34.6	2.38	1.39
22	4900	3.2	43.1	41.2	2.44	2.26
45	2000	1.7	71.8	70.6	1.95	1.65
64	—	—	—	—	—	—

#### 結実が観察されなかった個体

個体数	割合	平均樹高 (m)	樹高最大値 (m)	平均胸高直径 (cm)	胸高直径最大値 (cm)
40	81.6	15.9	24	35	105
68	63.0	7.2	12	19	39
45	71.4	14.6	24	27	100
18	72.0	9.9	15	36	72
30	40.0	11.3	20	20	53
46	45.5	7.1	10	15	41
35	42.2	8.0	12	13	35
4	10.0	11.8	22	23	45

告する。

#### 調査地点と調査方法

調査地点は富山県の7ヶ所(図1)と大分県由布市黒岳の1カ所である(表1)。これらの内、相倉、美女平、有峰西谷、瀬戸蔵山、御山谷半島の林分構造は、過去に調査した結果(佐藤, 1998)を示した。

調査は2013年8月~11月に、調査地点の過去に調査した方形区内とその周辺に分布する25~108個体について、胸高直径と樹高(目測)、結実の有無を観察した。対象とする個体は樹高2m以上とした。結実の有無は肉眼と双眼鏡により、殻斗が観察された場合、結実と判断した。高峰のブナ林は貧弱なため、その山頂林分の個体をすべて調査したが、25本しか観察できなかった。

#### 結果及び考察

調査した8林分の調査個体数と林分構造を表1に示した。林分の林冠の高さは10~28mで、調査個体の平均樹高は8~20mであった。平均胸高直径は22~64cmで、細い個体を多く含む林分から太い個体を多く含む林分まで含まれていた。

各調査地点ごとの結実個体と結実が観察されなかった個体の数とサイズの特徴を表2に示した。結実個体の割合は富山県内では有峰西谷(60.0%)で最も大きく、相倉(18.4%)で最も小さい値であった。大分県由布市黒岳では90.0%と、富山県内の最大値より大きな割合であった。

それぞれの林分で、結実個体の平均樹高(9.4~24.1m)の方が、非結実個体の平均値(7.1~15.9m)より大きい値であった。結実個体平均値の方が非結実個体平均値より有意に大きい林分

表3 林冠木と林冠下層木の結実について

	林冠木				林冠下層木		
	林冠の高さ (m)	個体数	結実個体	(%)	個体数	結実個体	(%)
南砺市平相倉	18-24	30	7	23.3	19	2	10.5
富山市牛岳	10-12	48	28	58.3	60	12	20.0
立山町美女平	18-24	34	17	50.0	29	1	3.4
南砺市高峰	10-15	20	6	30.0	5	1	20.0
富山市有峰西谷	20-24	45	40	88.9	30	5	16.7
富山市瀬戸蔵山	10-15	42	36	85.7	59	19	32.2
立山町御山谷半島	18-28	45	45	100.0	38	3	7.9
大分県由布市黒岳	16-24	34	33	97.1	6	3	50.0

表4 判別関数分析結果

調査地点	判別関数の係数等				標準化された正準判別関数係数		
	樹高	胸高直径	定数	判別正答率	樹高	胸高直径	係数の絶対値
南砺市平相倉	0.265	-0.050	-2.59	67.3	-1.455	1.502	≒
富山市牛岳	0.321	0.046	-3.67	68.5	0.454	0.597	≒
立山町美女平	0.114	0.024	-2.76	76.2	0.573	0.503	≒
南砺市高峰	-0.270	0.089	-0.87	80.0	1.231	-0.559	>
富山市有峰西谷	0.155	0.027	-3.92	85.3	0.427	0.642	≒
富山市瀬戸蔵山	0.295	0.052	-3.61	73.3	0.536	0.548	≒
立山町御山谷半島	0.374	-0.005	-5.52	97.6	-0.103	1.069	<
大分県由布市黒岳	0.183	0.170	-4.66	97.5	0.426	0.730	<

は、相倉と高峰の2林分を除く6林分であった。また、相倉を除く7林分では、結実個体の平均胸高直径は、非結実個体の平均値より有意(t検定で $p < 0.05$ )に大きい林分であった。

調査地点別に、樹高階級ごとの結実個体と非結実個体の本数を図2に示した。樹高が低い階級では結実個体の割合が低いが、高い階級になるにつれて、結実個体の割合が大きくなっていることが分かる。結実個体の割合が50%を越える最も小さい樹高階級(図2の↓)は、牛岳、瀬戸蔵山、大分県黒岳では12m階級から、高峰では16m階級、有峰西谷と御山谷半島では20m階級、美女平では24m階級からで、調査地点により異なっていた。相倉では50%を超える樹高階級は観察されなかった。

調査地点別に、胸高直径階級ごとの結実個体と

非結実個体の分布を図2に示した。相倉林分以外では、胸高直径が小さい階級では結実個体の割合が小さいが、大きい階級になるにつれて、結実個体の割合が大きくなっていることが分かる。結実個体の割合が50%を越える最も小さい胸高直径階級(図2の↓)は、相倉、瀬戸蔵山、御山谷半島、大分県黒岳では30cm階級で、牛岳と高峰では40cm階級、美女平と有峰西谷では50cm階級であった。

ブナの結実率と林分の林冠高、ブナの平均樹高、平均胸高直径の間には有意な相関関係は認められなかった。しかし、ブナの結実率と林分の標高との間には、2011年と同様に有意な正の相関( $r = 0.836$ ,  $p < 0.05$ )が認められた(図3)。

林分の構造上、林冠を構成している個体と林冠の下に位置する下層木とでは結実の割合が異なるのではないかと考えられるので比較した。その結

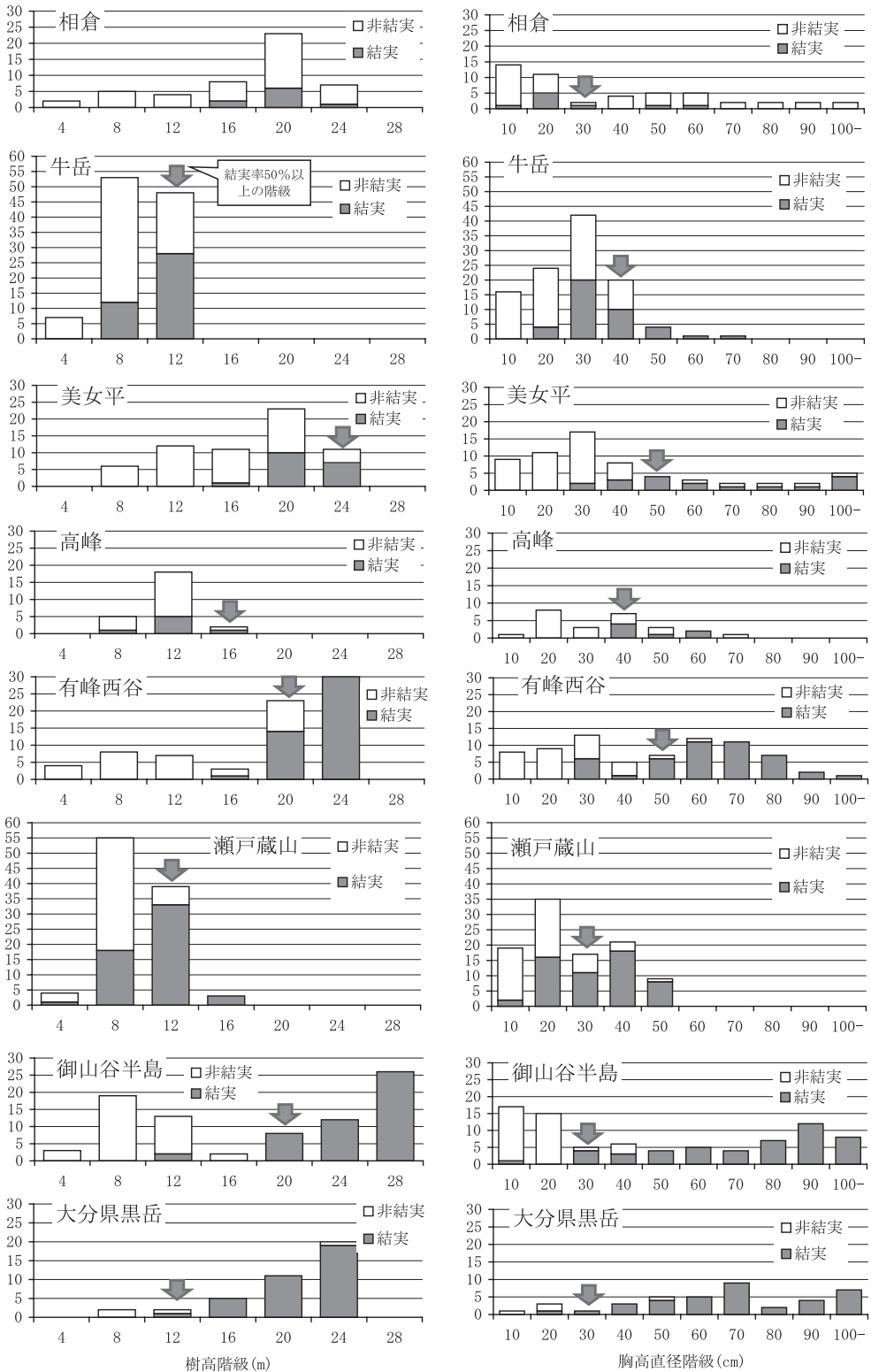


図2 樹高階級と胸高直径階級ごとの結実個体と非結実個体の分布

表5 2013年と2011年の結実状況の比較

調査地点	結実個体の割合 (%)		$\chi^2$ 検定	結実個体の平均樹高 (m)	
	2013	2011		2013	2011
南砺市平相倉	18.4	62.7	p<0.05	19.0	17.8
富山市有峰西谷	60.0	43.9	ns	22.1	22.1
富山市瀬戸蔵山	54.5	58.9	ns	9.4	11.9
立山町御山谷半島	57.8	46.0	ns	24.1	24.5

果を表3に示した。林分ごとの林冠木の個体数は20~48本で、結実個体は6~45本であった。林分ごとの林冠木の個体数に対する結実個体の割合は23~100%で、林冠下層木の3~50%より有意( $\chi^2$ 検定で $p < 0.05$ )に高い値であった。並昨年において、林冠を構成する個体の結実割合が林冠下層木より高いことが分かった。

それぞれの林分ごとに、胸高直径と樹高を用いた判別関数(解析ソフトはSPSSを利用)を用いて判別ができるかどうかを検討した。その結果を表4に示した。判別関数による正答率は67.3~97.6%と高い値を示した。御山谷半島と大分県黒岳で90%を超えたが、相倉と牛岳では70%未満であった。有峰西谷と瀬戸蔵山では2011年とほぼ同じ、相倉では20%以上低い値になった。

標準化された正準判別関数係数の絶対値はどの変数が判別するために重要(寄与している)かを示す値で、御山谷半島と大分県黒岳では樹高が、高峰では胸高直径の方が重要であると判断された。その他の5林分では2つのサイズ指標の寄与率に

大きな差は認められなかった。2011年と2013年と比較すると、有峰西谷と瀬戸蔵山では、両年ともに樹高と胸高直径の寄与率はともにほぼ同じ傾向であったが、御山谷半島と相倉では、形質間で寄与率に違いが生じた。このことは結実するかどうかのメカニズムの違いを示しているか可能性がある。

結実個体と結実が観察されなかった個体の違いは、樹高と胸高直径によって説明できる可能性が示唆された。この傾向が、いつの豊作年でも同じなのかどうかを次の豊作年に確認したい。

富山県内の4林分について、並昨から凶作と判断される2013年と、豊作年の2011年の結実状況(佐藤, 2012b)と個体サイズの比較を表5に示した。結実個体の割合は相倉を除く3林分で、2011年と2013年の間に有意さが認められなかったが、相倉の2013年の結実個体の割合は2011年の1/3以下で、有意に小さい値であった。結実個体の平均樹高は4林分ともに2011年と2013年の間に有意差は認められなかった。結実個体の平均胸高直径は、相倉を除く3林分で2011年と2013年の間に有意さが認められなかったが、相倉の2013年の結実個体の割合は2011年の約1/2で、有意に小さい値であった。また、結実個体の樹高最小値を比較すると、2013年の御山谷半島の結実個体の樹高最小値は10mで、2011年の20mより低い値であった。このことは2011年は林冠木だけが結実していたが、2013年は亜高木層から林冠木まで結実している点で違いがあった。同様に2013年の御山谷半島の胸高直径最小値は10cmで、2011年(20cm)の1/2であった。他の3林分では2011年と2013年では大きな差は認められなかった。

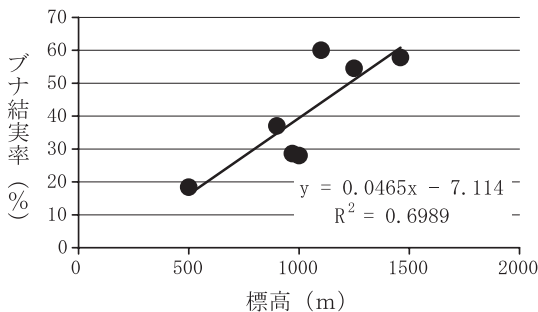


図3 富山県に分布するブナ林のブナ結実率と標高の関係

t 検定	結実個体の平均 胸高直径		t 検定	結実個体の胸高直径 最小値 (cm)		結実個体の樹高 最小値 (m)	
	2013	2011		2013	2011	2013	2011
ns	23	46.1	p<0.05	9	8	15	18
ns	58	59.0	ns	23	18	15	18
ns	28	27.3	ns	4	6	4	13
ns	69	69.6	ns	10	20	10	20

### 引用文献

- 橋詰隼人. 1991. ブナ林の生理・生態, 村井ら編  
「ブナ林の自然環境と保全」, pp.55-56, ソフト  
サイエンス社, 東京.
- Jansen, D. H. 1971. Seed predation by animals.  
Annual Review of Ecology and Systematics  
2: 465-492.
- 佐藤卓, 1998. 富山県のブナ林. 富山県高等学校  
育研究会生物部会報, 21: 23-39.
- 佐藤卓. 2012 a. 2011年全国ブナ結実状況, 富山  
の生物, 51: 59-66.
- 佐藤卓. 2012 b. ブナの結実と個体サイズの関係.  
富山県高等学校教育研究会生物部会部会報,  
35: 1-4.