

丹沢山地において2006年に落下したブナ種子の品質

谷脇 徹*・田村 淳*・藤澤示弘*・齋藤央嗣**・越地 正*

Quality of fallen nuts of *Fagus crenata* in Tanzawa mountains in 2006

Tooru TANIWAKI*, Atsushi TAMURA*, Tokihiro FUJISAWA*
Hiroshi SAITOH**, Masashi KOSHIJI*

要 旨

谷脇 徹・田村 淳・藤澤示弘・齋藤央嗣・越地 正：丹沢山地において2006年に落下したブナ種子の品質
神自環保セ報5：79-84，2008 2006年は丹沢山地においてブナの種子が豊作であった。今後のブナ林保全再生対策の基礎資料とするため、檜洞丸山頂付近および丹沢山の山頂付近と堂平で採取した種子について品質調査を実施した。その結果、健全種子の割合（平均値±標準偏差）は堂平で45.4±20.6%と高く、丹沢山山頂付近で4.6±4.1%、檜洞丸山頂付近で1.1±1.4%と低かった。また、シイナ種子および虫害種子の割合は堂平で16.1±12.7%および11.0±6.7%と低かったが、丹沢山山頂付近で36.6±8.1%および47.1±8.1%、檜洞丸山頂付近で40.4±14.7%および52.1±16.5%と、檜洞丸および丹沢山山頂付近は大部分がシイナと虫害種子で占められていた。加害昆虫については、いずれの地域でもブナヒメシンクイが優占種であった。

キーワード：ブナ種子，シイナ，ブナヒメシンクイ，丹沢山地，ブナ林衰退

はじめに

神奈川県北西部に位置する丹沢山地では高標高域を中心にブナ (*Fagus crenata*) の衰弱や枯損が進行しており、その原因はオゾン、土壤乾燥化およびブナハバチ (*Fagineura cranativora*) の複合被害であると考えられている (山根ら, 2007a)。また、現在ニホンジカ (*Cervus nippon*) が過密化しており、摂食圧によりササ類などの林床植生が退行しているが、次世代の実生や若木も食べ尽くすことでブナやその他の高木の天然更新が阻害されている (田村・勝山, 2007)。

ブナの保全再生には生産された健全な種子による天然更新が前提となる。ブナの種子生産量は年次変動が大きく地域で同調することが知られており、この現象をマスティング (masting, mast seeding) という。ブナの健全な種子生産の阻害要因の一つに種子食性昆虫が挙げられるが、マスティングは害虫被害を回避して健全種子を多く残すための現象と考えら

れている (Kon *et. al.*, 2005)。また、発芽能力のないシイナ (種皮は形成されるが中身が空の種子) となる種子も多い。

神奈川県では丹沢山堂平において1993年からブナ種子の生産量調査を実施している (中川ら, 1994; 齋藤, 2001など)。2007年までの種子生産量の年次変動をみると (表1) 1993年、1996年および2003年は豊作年、2000年は並作年であった。2006年もまた堂平で収穫量が多く、丹沢山地広域でも豊作であったことから、衰退度の異なる3地域において丹沢再生事業用の種苗生産のため種子採取を行った。これらの採取種子について内部調査を行ったところ、品質に地域的な差がみられたので報告する。

材料と方法

1 ブナ種子の採取と保存

種子採取地は、神奈川県山北町玄倉および中川にある檜洞丸 (標高1,601m) の山頂周辺 (山頂南西方

* 神奈川県自然環境保全センター研究部 (〒243-0121 厚木市七沢657)

** 神奈川県環境農政部森林課 (〒231-8588 神奈川県横浜市中区日本大通1)

表1 丹沢山堂平におけるブナ種子生産量の年次変動

年次	健全 ¹⁾ (g/m ²)	未熟等 ¹⁾ (g/m ²)	計 (g/m ²)	種子トラップ 設置の有無 ²⁾
1993	48.9	25.3	74.2	設置
1994	0.0	0.0	0.0	未設置
1995	0.1	0.2	0.3	設置
1996	41.9	47.6	89.5	設置
1997	0.0	0.0	0.0	未設置
1998	0.0	3.2	3.2	設置
1999	0.0	0.0	0.0	設置
2000	11.3	11.3	22.6	設置
2001	0.0	0.0	0.0	未設置
2002	0.4	5.6	6.0	設置
2003	16.2	8.0	24.1	設置
2004	0.0	0.0	0.0	未設置
2005	0.0	0.0	0.0	未設置
2006	15.7	11.0	26.7	設置
2007	0.0	0.0	0.0	未設置

1) 水選により沈んだ種子を健全、浮いた種子を未熟等とした。

2) 春に雄花落下が観察されなかった年は種子生産がないものとみなしてトラップを設置しなかった。

向0.25km～山頂東方向0.25km)の標高1,500～1,550mの地点(以下、檜洞丸山頂付近)清川村宮ヶ瀬にある丹沢山(標高1,567m)の山頂から東南東方向に約0.5km離れた標高1,450～1,500mの地点(以下、丹沢山山頂付近)および山頂から北東方向に約1.5km離れた標高1,200～1,300mの地点(以下、堂平)とした。檜洞丸および丹沢山山頂付近はブナの衰退が著しい地域、堂平は樹高の発達したブナが多く生育して立木密度が高く、丹沢では比較的枯損の少ない地域である。調査本数は檜洞丸山頂付近が8本、丹沢山山頂付近が3本、堂平が8本であり、いずれも大木で樹勢の良い木を対象とした。檜洞丸山頂付近では2006年11月16～17日、丹沢山山頂付近では11月13～14日に、各調査木の樹幹近くの地面に落下した種子のうち、外見上十分に成熟した種子を、虫害の有無等にかかわらず直接手で拾って研究室に持ち帰り、内部調査の実施まで5に設定した冷蔵庫で保存した。堂平では9月29日～11月22日に各調査木の樹冠下に幅2m、長さ20mの種子トラップを設置して種子を採取した。このトラップは面積が大きく複数の母樹がかかるため、調査母樹以外の母樹由来の種子も低率ながら混入している。トラップで採取された種子は、溜まった落葉や枝等の試料すべてを研究室に持ち帰り、種子のみを選別した後に供試分を取り出して冷蔵庫で保存した。

表2 ブナ落下種子の内部状態の判定区分

区分	種子断面の状態
健全	胚乳が充実して欠点のないもの
変色	胚乳は充実しているが糸状菌などの被害を受けたもの
未熟	胚乳が未発達のもの
シイナ	胚乳が全くないもの
虫害	虫糞やピンホールなど害虫被害の痕跡のあるもの

2 種子内部調査

内部調査は2007年1月から3月にかけて実施した。カッターなどで種子を縦半分に切断し、得られた断面の状態から表2に示した区分により、健全、変色、未熟、シイナおよび虫害として判定した。なお、鳥獣被害を受けたと思われる種子は少数であったことから調査に用いなかった。

虫害については、五十嵐(1996)およびインターネットで公開されている鎌田のハイパー図鑑 ブナの種子食性昆虫(鎌田直人、<http://kamatan.uf.a.u-tokyo.ac.jp/research/research02/guide/> 2006年4月確認)に従って害虫の分類を行った。すなわち、ブナの殻斗には通常2個の種子(堅果)が入っているが、ブナヒメシクイ(*Pseudopammene fagivora*)は片方の種子を加害した後にもう片方の種子に移動するために種子同士の接合面にピンホールができる。ブナキバガ(仮称)は開きかけた殻斗の隙間に侵入して種子の稜部から穿入するために種子稜部にピンホールができる。ブナミタマバエ(仮称)は種子内部に白い米粒状の繭を形成する。

3 統計解析

各状態にある種子および各種子食性昆虫被害を受けた種子の割合を地域内で比較するため、多重比較法のTukeyのHSDによって平均値の差の有意性を5%水準で検定した。解析の際には角変換した値を用いた。

結果

1 ブナ落下種子の内部状況

各母樹におけるブナ種子の内部状況は付表1に示した。調査種子数の合計は、檜洞丸山頂付近が845個、丹沢山山頂付近が217個、堂平が1,156個であり、総合計は2,218個であった。各状態の種子を全調査木で合計すると、健全が561個、変色が174個、未熟が213個、シイナが601個、虫害が669個であった。

各母樹の調査種子数合計に占める各状態の種子数の割合を、地域ごとに平均した値を図1に示した。檜洞丸山頂付近のブナ種子ではシイナの割合の平均値±標準偏差が40.4±14.7%、虫害が52.1±16.5%と高く、健全が1.1±1.4%、変色が0.8±1.9%、未熟が5.6±4.5%と低かった。虫害とシイナの割合は、それぞれ健全、変色および未熟よりも有意に高かった。

丹沢山山頂付近のブナ種子ではシイナ種子割合の平均値±標準偏差が36.6±8.1%、虫害が47.1±8.1%と高く、健全が4.6±4.1%、変色が1.3±1.2%、未熟が10.4±2.1%と低かった。虫害とシイナの割合は檜洞丸と同様に、それぞれ健全、変色および未熟よりも有意に高かった。

堂平のブナ種子では健全種子割合の平均値が45.4±20.6%と高く、変色が14.5±7.0%、未熟が13.0±8.5%、シイナが16.1±12.7%、虫害が11.0±6.7%と低かった。健全の割合は変色、未熟、シイナおよび虫害より有意に高かった。

2 ブナ種子食性昆虫による虫害状況

各母樹におけるブナ種子食性昆虫の被害状況は付表2に示した。各昆虫の被害を受けた種子数を全調

査木で合計すると、ブナヒメシクイが511個、ブナキバガが47個、ブナミタマバエが67個、その他が44個であった。

各母樹の虫害種子数合計に占める各種子食性昆虫被害を受けた種子数の割合を、地域ごとに平均した値を図2に示した。

檜洞丸山頂付近ではブナヒメシクイの被害種子割合の平均値が80.5±14.2%と高く、ブナキバガが8.1±7.6%、ブナミタマバエが5.6±11.0%、その他が5.8±3.1%と低かった。ブナヒメシクイの割合はいずれの種子食性昆虫よりも有意に高かった。

丹沢山山頂付近ではブナヒメシクイの被害種子割合の平均値±標準偏差が48.3±9.3%と高く、ブナミタマバエが31.4±15.3%であり、ブナキバガが8.2±7.3%、その他が12.1±3.4%と低かった。ブナヒメシクイの割合はブナキバガおよびその他より有意に高かった。

堂平ではブナヒメシクイ被害種子割合の平均値が76.4±10.9%と高く、ブナミタマバエが14.1±9.0%であり、ブナキバガが4.9±7.0%、その他が4.6±6.1%と低かった。ブナヒメシクイの割合はいずれ

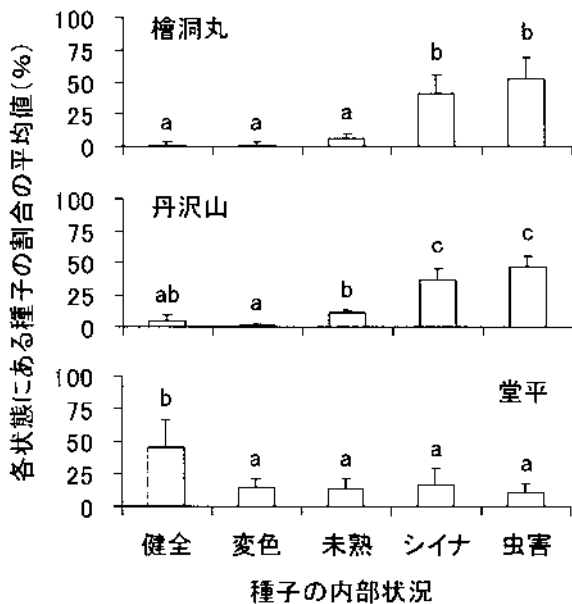


図1 2006年の丹沢山地3地域におけるブナ落下種子の品質の比較

棒線は標準偏差、異なるアルファベットは5%水準で有意差があることを表す (TukeyのHSD)。

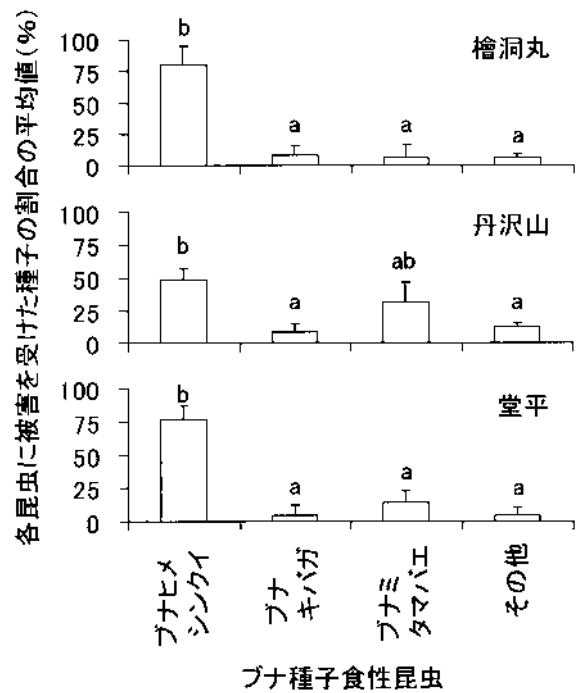


図2 2006年の丹沢山地3地域におけるブナ種子食性昆虫の被害割合の比較

棒線は標準偏差、異なるアルファベットは5%水準で有意差があることを表す (TukeyのHSD)。

の種子食性昆虫よりも有意に高かった。

考察

健全種子の割合は堂平では高かったが檜洞丸および丹沢山山頂付近では低く、同一年度でも地域により異なった(図1)。この原因は檜洞丸および丹沢山山頂付近でシイナと虫害種子の割合が高かったことにある。

ブナ分布の下限地と上限地ではシイナと虫害が多く(橋詰・山本, 1974; 索ら, 1995)、虫害は分布の中心地帯や生育の旺盛な林分では少ないことが指摘されている(橋詰・山本, 1974)。堂平は標高でみると丹沢山地のブナ分布域(標高800m以上)の中間に、地形でみると丹沢山の中腹に位置し、比較的健全なブナが多く生育する。一方、檜洞丸および丹沢山山頂付近は地形的にみてブナ分布の上限地とみなすことができ、ブナの衰弱や枯死が進行している。このことから、檜洞丸および丹沢山山頂付近では堂平よりもシイナになりやすく虫害を受けやすい立地条件の可能性が推測される。

健全種子の割合は同一地域でも採取年によって異なるようであった。すなわち、2000年と2003年に檜洞丸山頂付近でブナ種子を採取したところ、2006年よりも高い割合で健全種子が得られている(藤澤・西村, 未発表)。

この要因として、一つには、種子生産量と種子食性昆虫の発生量の関係が推測される。ブナ種子の最も重要な害虫はブナヒメシンクイであり(五十嵐, 1996)、丹沢山地においてもブナヒメシンクイ被害が優占的に発生した(図2)。ブナヒメシンクイはブナ種子のみを加害するスペシャリストであるため、前年の種子生産量により当年の被害発生量が左右される(五十嵐, 1996)など年度により発生量が異なる。すなわち、檜洞丸山頂付近においては、2000年と2003年では2006年よりも種子生産量に対する相対的な種子食性昆虫の発生量が少なかった可能性が考えられる。

もう一つの要因として、檜洞丸においても進行中のブナ林衰退(山根ら, 2007b)の影響が考えられる。ブナの花粉飛散距離は比較的短い(寺澤, 1997)ため、枯死木の増加(越地ら, 2006)によって立木密

度の低下した地域ではブナ個体が受粉できる他個体由来の花粉密度も低下すると予想され、その結果シイナが多く生じる自家受粉(寺澤, 1997)の割合が高くなる可能性がある。また、衰弱したブナでは生産する種子の品質低下が懸念される。

ブナ林衰退が著しい檜洞丸および丹沢山山頂付近は、今後重点的な保全再生対策が求められる地域である(山根ら, 2007a)。衰退が種子の品質にどのように影響するかは、ブナ林の天然更新や植栽による再生を目指す際の、地域性種苗生産の観点から継続的に検討すべき課題である。

種子食性昆虫被害については全般的にブナヒメシンクイの割合が高かったが(図2)、3本の母樹(檜洞丸山頂付近の母樹Eおよび丹沢山山頂付近の母樹BとC)ではブナミタマバエ被害種子も多くみられた(付表2)。このことは、ブナミタマバエ成虫の産卵がある特定のブナ単木に集中する傾向にあることを示唆するものであった。ブナミタマバエ被害種子の多くはシイナとなる(五十嵐, 1996)ため、被害の多い母樹が年によって異なるのか、あるいは常に同一母樹で被害が多いのか追跡調査を要する。ブナキバガによる被害は、各地域とも低率ながら発生するようであった。

なお、ブナの落下種子はネズミ類(箕口, 1988; Shimano and Masuzawa, 1995)やホシガラスなどの鳥類(山口, 私信)による採食や持ち去り、シカの冬期落葉採食(牧野, 1996; 三谷, 1995)に伴う種子採食によって消失する可能性があるが、これらの鳥獣被害はトラップを用いることで軽減されると予想される。このため本研究で得られた健全種子割合は、檜洞丸および丹沢山山頂付近では過小に評価された可能性が考えられる。しかし、次年度(2007年)の各地域の実生発生状況からは採取方法の違いが本研究の結果に極端に反映されることはなかったと考えられたことから、今後のブナ林保全再生対策の基礎資料として有用と判断し、報告することとした。

謝辞

本研究の遂行にあたり、元東京農工大学農学部地域生態システム学科の竹村美沙子氏には種子の内部調査に多大なご助力をいただきました。ここに深く

感謝の意を表します。

引用文献

- 橋詰隼人・山本進一（1974）中国地方におけるブナの結実（ ）種子の稔性と形質について．日本林学会誌56（11）：393-398．
- 五十嵐 豊（1996）ブナ林・ミズナラ林の種子生産とその害虫．森林総合研究所東北支所年報37：39-44．
- Kon Hirokazu, Noda Takashi, Terazawa Kazuhiko, Koyama Hiromasa and Yasaka Michiyasu（2005）Evolutionary advantages of mast seeding in *Fagus crenata*. *Journal of Ecology* 93（6）：1148-1155.
- 牧野佐絵子（1996）丹沢山地低山帯部におけるニホンジカの食性と環境選択．1996年度東京農工大学農学部環境資源学科卒業論文，77p．
- 箕口秀夫（1988）ブナ種子豊作後2年間の野ネズミ群集の動態．日本林学会誌70（11）：472-480．
- 三谷奈保（1995）丹沢山塊塔ノ岳のニホンジカ（*Cervus nippon Temminch*）の採食行動．1995年度東京大学大学院修士論文，32p．
- 中川重年・星山豊房・小山直次・三橋正敏・萩原ミサエ・新井与一（1994）丹沢山堂平産ブナの種子生産量（1993年）．神奈川県林業試験場研究報告20：91-94．
- 齋藤央嗣（2001）ブナ林の再生技術開発に関する研究（その3）苗木生産．平成12年度森林研究所業務報告：33-34．
- 島野光司・増澤 直（1995）異なる積雪環境下におけるブナ（*Fagus crenata* Blume.）種子保存性の比較．日本林学会誌77（1）：79-82．
- 索 志立・橋詰隼人・山本福壽・岡田 滋（1995）大山・蒜山地区のブナ林の結実と種子の稔性について．日本林学会誌77（3）：239-246．
- 田村 淳・勝山輝男（2007）シカの採食圧の異なる東西丹沢における林分構造と林床植生の差異．（丹沢大山総合調査学術報告書，丹沢大山総合調査団編，794pp.，財団法人平岡環境科学研究所，神奈川）101-118．
- 寺澤和彦（1997）ブナの種子生産特性とその天然林施業への応用に関する研究．北海道林業試験場研究報告34：1-58．
- 山根正伸・相原敬次・鈴木 透・笹川裕史・原慶太郎・勝山輝男・河野吉久・山上 明（2007a）ブナ林の再生に向けた総合解析．（丹沢大山総合調査学術報告書，丹沢大山総合調査団編，794pp.，財団法人平岡環境科学研究所，神奈川）703-710．
- 山根正伸・藤澤示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史・越地 正・齋藤央嗣（2007b）丹沢山地のブナ林の現況 林分構造と衰退状況．（丹沢大山総合調査学術報告書，丹沢大山総合調査団編，794pp.，財団法人平岡環境科学研究所，神奈川）479-484．

付表1 2006年の丹沢山地3地域の各ブナ母樹における種子の品質調査結果

調査地	母樹	種子の品質					合計
		健全	変色	未熟	シイナ	虫害	
檜洞丸山頂付近	A	0	5	8	25	56	94
	B	0	0	1	31	80	112
	C	0	0	3	66	43	112
	D	3	0	2	25	92	122
	E	0	0	3	50	41	94
	F	2	0	6	49	48	105
	G	4	1	16	60	30	111
	H	1	0	7	34	53	95
	小計	10	6	46	340	443	844
丹沢山山頂付近	A	1	0	7	27	29	64
	B	2	1	8	18	37	66
	C	8	2	7	35	35	87
	小計	11	3	22	80	101	217
堂平	A	32	20	30	18	31	131
	B	18	5	29	63	24	139
	C	137	14	1	13	6	171
	D	91	30	20	10	19	170
	E	80	22	7	19	12	140
	F	60	20	27	17	16	140
	G	69	18	7	29	12	135
	H	53	36	24	12	5	130
	小計	540	165	145	181	125	1156
合計		561	174	213	601	669	2218

付表2 2006年の丹沢山地3地域の各ブナ母樹における虫害種子の種子食性昆虫調査結果

調査地	母樹	種子食性昆虫				合計
		ブナヒメシクイ	ブナキバガ	ブナミタマバエ	その他	
檜洞丸山頂付近	A	43	6	2	5	56
	B	73	2	1	4	80
	C	35	4	0	4	43
	D	86	4	0	2	92
	E	21	2	13	5	41
	F	43	2	1	2	48
	G	27	1	1	1	30
	H	36	13	2	2	53
	小計	364	34	20	25	443
丹沢山山頂付近	A	17	4	4	4	29
	B	15	4	15	3	37
	C	16	0	14	5	35
	小計	48	8	33	12	101
堂平	A	24	2	2	3	31
	B	20	1	2	1	24
	C	4	0	2	0	6
	D	16	0	3	0	19
	E	11	0	1	0	12
	F	13	0	2	1	16
	G	8	1	1	2	12
	H	3	1	1	0	5
	小計	99	5	14	7	125
合計		511	47	67	44	669