

原 著

## 毛無山（岡山県新庄村）におけるブナ実生の10年間の変遷

岡山県自然保護センター 西本 孝

### Transition of Seedlings of the Japanese Beech (*Fagus crenata* Blume) over the Past Ten Years on Mt. Kenashi, Okayama Prefecture

Takashi NISHIMOTO, *Okayama Prefectural Nature Conservation Center*

#### Abstract

Changes in the number of seedlings of the Japanese beech (*Fagus crenata* Blume) were investigated on Mt. Kenashi during the previous ten years. Many seedlings sprouted following 1995, a year when the Japanese beech bore many nuts. Four types of research site were established in the beech forest, determined by the combination of the following factors: whether or not bamboo grass grew in the under layer of forest and whether the canopy of the forest was open or closed. Other research sites were established in mixed cedar and beech forest, and in sites where bamboo grass was artificially eliminated. The site where the most seedlings sprouted had a closed canopy and no bamboo, while the site with the least seedlings had an open canopy with bamboo present. It was shown that the number of seedlings was dependent upon the beech trees in the closed forest canopy, which provided the nuts, and the bamboo grass which provided shade and shelter for mice, which are predators of the seedlings, from birds of prey, such as hawks. For the sites under the closed beech canopy, it was found that in the presence of bamboo the seedlings perished in a few months, however, in the absence of bamboo, the survival rate after one year was about seventy percent and under open canopy it was from thirty to fifty percent. The seedlings under the mixed cedar and beech forest grew for three years. After ten years, the sites where seedlings survived were limited to the sites with no bamboo and the survival rate for each site was determined to be about twenty percent. The seedlings in the site with a closed canopy and no bamboo had a survival rate of seventy percent on the first research day of the second year, which then decreased steadily to twenty percent in tenth year. On the other hand, the survival rate for seedlings in the site with an open canopy and no bamboo decreased rapidly to only thirty percent in second year, but decreased slowly after that, with the survival rate decreasing a total of only ten percent during the next eight years. It was thought that the death of seedlings was mainly due to gnawing by mice and poor development under dusky condition. Investigation of relative illumination revealed that sites with no bamboo provided good conditions for seedlings, since these sites were well lit, regardless of the canopy. In particular, the seedlings from the site with a closed canopy and no bamboo survived in a condition similar to that of the poorly lit site with bamboo from June to October. It was

thought that, however, the good illumination during the last ten days of April and May provided good growth conditions for the seedlings.

キーワード：毛無山，生残率，相対照度，ブナ，実生。

## はじめに

岡山県北部の中国山地には、ブナ林の自然林がわずかに残されている。残存するブナ林はいずれも小面積で、山塊ごとに孤立的に分布している。

新庄村の毛無山山塊では、ブナ林は毛無山(1,218m) 一帯で麓から山頂付近まで見られるのをはじめ、白馬岳(1,000m)、金ヶ谷山(1,184m)、朝鍋鷲ヶ山(1,074m)につながる稜線に沿って分布している。

毛無山一帯のブナ林は、1994年に岡山県によって公有化された。その結果、伐採されるおそれなくなり、麓の田浪の部落近くから山頂の稜線までを含む集水域全体が保護されることになった。

毛無山では麓にはスギ林が、麓から中腹あたりまではスギとブナが混生し、中腹以上にはブナの純林が広がり、山頂部はササ原となっている。1991年に襲来した台風19号により、山頂近くの稜線部に生育していたブナが強風により倒される被害が発生した。倒木の中には寿命を迎えて枯死していた樹齢200年を超えるブナを含め、純林を形成していたおよそ120年生のブナも10本程度が根返りを起こしていた。

こうした中、1995年には多くのブナの種子が実り、豊作年となった。その年の秋には林床に多数の種子が落下しており、翌年の1996年春には多数の実生が発生した。

これを受けて、岡山県自然保護センターでは1996年にボランティア研修会を実施して、毛無山でブナの芽生えについて調査を実施した(西本, 1996)。その後調査を継続して、芽生えたブナの実生が、秋までにどれだけ生き残ったのかについて結果をまとめ、その一部を報告した(西本, 1998)。

今回の報告では、その後10年間の追跡調査を行い、明らかになったブナ実生の生残率について、生残しやすい立地や光環境との関係から考察した結果をまとめた。

本論に入るに先立ち、調査を指導いただいた当時岡山大学農学部の山本進一博士(現名古屋大学)とそのゼミ生だった牧本卓史(現岡山県林業試験場)、生川淑子の両氏に深謝するとともに、調査に協力いただいた岡山県自然保護センターボランティアの各氏にも深く感謝の意を表する。

## 調査地の概要

### 1. 地理的位置と気候・地質

毛無山は岡山県北部真庭郡新庄村の、北緯35°14'08.68"、東経133°30'52.55"に位置する(図1)。中国山地の最高峰大山(標高1,709m)の南にあり(写真1)、冬期には日本海側からの季節風を直接受けて、多くの積雪がある。調査区が含まれるメッシュコード(5-M-2、標高988m)の気候資料では、年平均気温は8.7℃、WIは69.8℃・月、年平均降水量は2,266mm、このうち冬期降水量は462mmとなっている(岡山県, 1988)。また、吉備高原から連なる高原状の地形に接する山地であることから、南からの暖かい気流と日本海側からの気流の接点となっているために、夏期の降水量は801mmと多く、霧が発生しやすくなっている。

表層地質は中生代の安山岩類であり、登山道の途中や山頂部には大きな岩が見られる。

### 2. 植生

毛無山は山頂部を除いて、麓の海拔700mから山頂の海拔1,218mまで広い範囲にブナ林が広がっている(写真2と3)。

標高1,200mの山頂部付近にはチマキザサが密生し(写真1)、隔離分布するアカミノイヌツゲやアカモノが生育する。ササ原にはかつて植林されたヒノキが大きくなれないまま、樹高4m程度の低木状態でとどまっている。

標高およそ1,000mの中腹以上ではブナの優占する森林が発達し、一部でスギの大木が混生している(写真2)。林床にはチマキザサが密生する

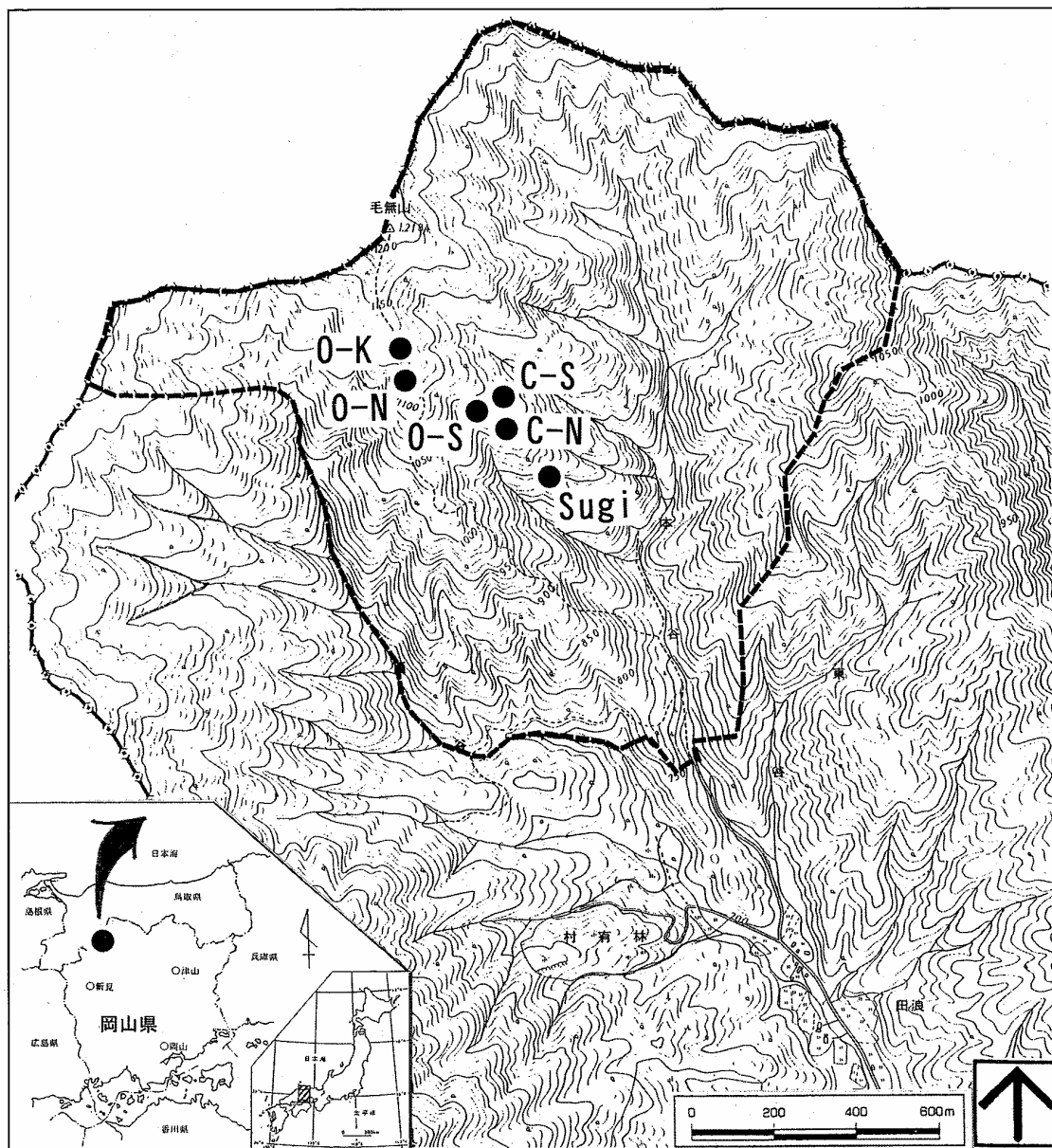


図1. 調査地の地理的位置と調査地点図. 図中の調査区を示す記号は表1を参照.

ため、ササの下にはヒメモチやハイヌガヤなどの常緑低木がわずかに生育するに過ぎない。

中腹以下ではブナ林にスギが多く混じるようになり、標高700~800mの山麓ではスギの優占する森林となっている。標高700mの登山道入り口付近の平坦地ではスギの植林地が見られる。

溪谷部には溪谷特有の植生が見られる。溪谷の上流部にあたる谷地形部では、トチノキの優占する森林が発達し、カツラやケヤキなどの大木も見られる。また、本谷および西谷と名付けられた

2つの大きな溪谷には、溪谷の急斜面にスギの純林が発達し、さらに、河床に土砂が堆積した平坦地にサワグルミやトチノキの優占する森林が見られ、林床には希少な植物が生育する。

2つの大きな溪谷に流れ込む枝谷には炭焼き窯の跡が残されており、かつては炭焼きが行われ、周辺の森林は材料の採取のために、伐採されていたことが窺える。また、ミズメが優占する林分も見られることから、頻繁に伐採が繰り返された結果成立したと考えられる林分も見られる。

## 調査方法

ブナが大豊作となった1995年の翌年の春には多くの芽生えが発生してきた（写真4）。ところが、調査候補地周辺ではこれ以前の実生や稚樹はまったく見られなかった。そこで、芽生えたブナに個体ごとに目印を付けて、ブナの実生の生残を追跡調査することにした。

これまで、実生の生残には林冠のブナや林床のササの有無が関係していることが明らかにされていることから（中静，1984），生育立地の違いによる生残率を比較するために、6タイプの調査区を探しだした（表1；写真5，6）。大きさ1㎡の調査区を設定して（写真7），異なるタイプごとに4つの方形区を設定した。なお、一部の調査区については8つの方形区を設定した（図1；表1）。

林冠の状態の違いから設定した調査区は、ブナが生育する場所（閉鎖林冠下；写真6）とブナの大木が寿命や台風などによって倒れてできた林冠の大きく開いた場所（開放林冠下；写真8と9）である。さらに、それぞれの林冠下でササの有無によって2つのタイプの調査区を設定した（写真10～13）。

比較のため、開放林冠下のササが生育していた地点でササを刈り取った調査区（ササ刈り取り区；写真14）を設けた。また、スギが優占しブナが混交する林内にも調査区を設定した（スギ区；写真15）。なお、スギ林冠下にはササがほとんど生育していなかった。

また、調査時に個体の生死を判断し、枯死した個体については枯死原因についても記録した。

さらに、調査区の相対照度を測定した。照度計はデジタル照度計IM-5（TOPCON製）を2台用いた。

## 結果と考察

### 1. ブナ実生の発生場所の特徴

調査は1996年6月1日と2日に開始し、1996年は7月6日，8月11日，9月14日，10月6日の毎月1回，2年目以降は5月～11月に2～4回実施した。

調査開始日の1996年6月1日に発生していた実生は、表1に示すように、ササのない調査区で多く、最も多くなった調査区はC-N区で、1㎡あたり平均78.3個体であった。最大の個体数が記録された方形区には120もの個体が生育していた。次いで多かったのはO-N区で、平均18.5個体であった。

ササのある調査区では、無い場合と比べて個体数は少なく、閉鎖林冠下で平均11.5個体、開放林冠下で平均5.0個体であった。また、ササ刈り区では、調査開始日にはササが生育していたため、平均3.5個体であった。

一方、スギ林冠下では平均9.3個体の実生が確認できた。Sugi区は林冠にはスギと共にブナの大木も生育していたが、ササはほとんど生育しておらず、他の調査区と比較して少ないものの、落下した種子からの発芽が可能であったと考えられる。

実生の個体数について、有意差を検討した結果、ササの有無を無視した場合の個体数は、閉鎖林冠下の方が開放林冠下と比べて有意に多くなっていた（図2）。また、ササの有無については、林冠の開閉に関係なく、ササのない方が有意に多く発生していた（図3）。

また、閉鎖林冠下に限定した場合でも、ササの有無による違いについては、ササなし区で有意に多くなっていることが認められた（図4）。

表1. 調査区の区分と調査区数および発生した実生の個体数.

調査区	記号	方形区数	実生発生数	
			総数	1 m <sup>2</sup> あたりの個体数
閉鎖林冠下・ササあり	C-S	8	92	11.5
閉鎖林冠下・ササなし	C-N	4	313	78.3
開放林冠下・ササあり	O-S	4	20	5.0
開放林冠下・ササなし	O-N	4	74	18.5
開放林冠下・ササ刈り取り	O-K	4	14	3.5
スギ林冠下・ササなし	Sugi	4	37	9.3

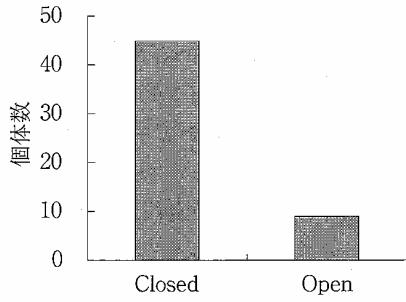


図2. 林冠の開閉に着目して調査区をまとめた場合、実生発生数は閉鎖林冠下の方が開放林冠下に比べて有意に多くなっていた。有意差は0.02。

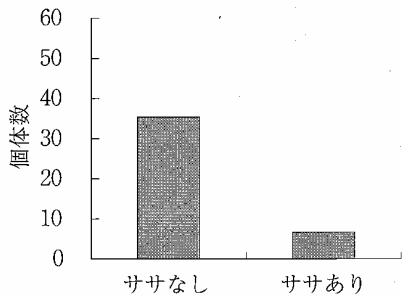


図3. ササの有無に着目して調査区をまとめた場合、実生発生数はササなし区の方がササあり区に比べて有意に多くなっていた。有意差は0.02。

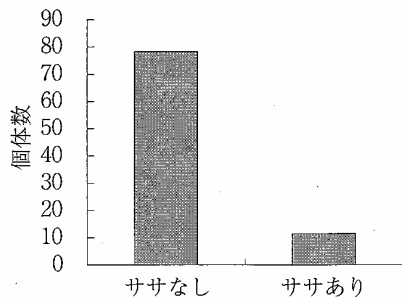


図4. 閉鎖林冠下の場合、実生発生数はササなし区の方がササあり区よりも有意に多くなっていた。有意差は0.02。

以上のことから、閉鎖林冠下では、林床のササの有無によって発生数に違いが認められ、開放林冠下では、ササが無い場合でも実生の発生数は限定されていることが明らかになった。したがって、種子の供給源としてのブナの成熟木が存在するかどうか、また、ササが生育するかどうかによって、実生の発生数が決定されていることが示された。

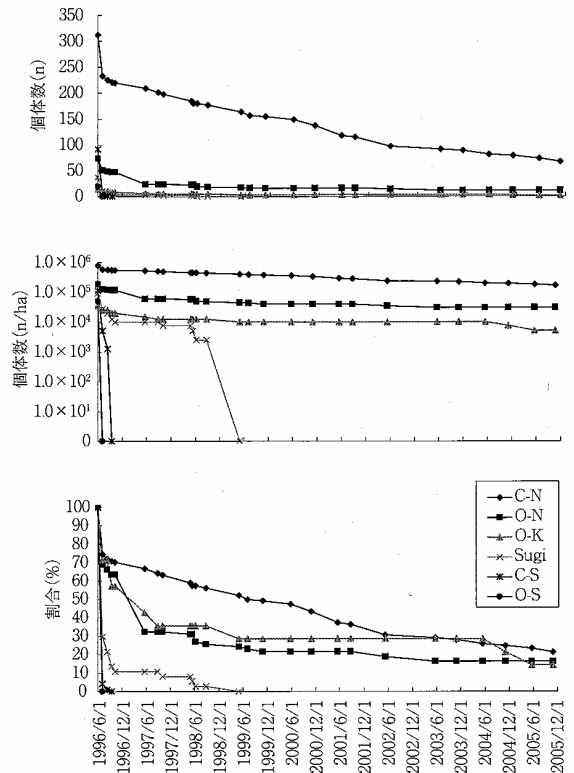


図5. 個体数と生存率の変化。  
上：個体数の実数の変化。  
中：1 haあたりの個体数の変化(対数)。  
下：生残率の変化。

## 2. ブナ実生の生残

次に、実生調査を開始した1996年から2005年までの10年間のブナ実生の個体数と生残率の変遷について考察した。

図5には調査区ごとの調査日における、個体数、ヘクタールあたりに換算した個体数および生残率を示した。生残率は調査開始日の個体数に対する、それぞれの調査日に生残していた個体数の割合である。なお、調査区周辺にはブナの稚樹はまったく見られず、調査区にも当年生実生を除いては、調査開始日以前に定着していた実生はなく、調査開始後に新たに芽生えてくる実生も認められなかった。

### 1) 実生が生残した調査区

実生が10年間を経過しても残存していた調査区は、C-N区、O-N区、O-K区の3調査区のみであった。これらの調査区では10年後の実生の生残率はいずれもおおよそ20%であった。

これらの3つの調査区での10年間の生残率は、

発生したときの個体数が最も多かったC-N区では、1年目で70%まで減少した後は、毎年少しずつ減少していった。これに対してO-N区では、1年目には60~70%とC-N区と同じであったが、2年目には30%にまで急激に減少した後、3年目以降10年目までに枯死した個体数は少なくなり、枯死率は当初の個体数の10%程度であった。

C-N区での10年後の生残率がO-N区とほぼ同じ割合になったことから、ササのない調査区での生残率は、途中の過程は異なるものの初期密度や林冠の開閉に関係なく10年後には一定になることが明らかになった。

O-K区は調査開始日にはササが生育しており、林冠には大きく開放した部分があった。調査後すぐにササを刈り取ったことにより、ササなし区と同じ条件となったため、生残率はO-N区と同様な変化を示したと考えられる。ササの刈り取りは実生の残存には有効であることが明らかになった。

なお、O-K区では8年目と9年目の5月の調査時に、実生がいずれも折れた枝の下敷きとなって死亡していた。もしこれがなければ、O-K区の生残率は最も高くなっていったと考えられる。

2) 実生が生残しなかった調査区

実生が生残できなかった調査区では調査初年の秋までにすべての個体が枯死した。図6には調査初年の生残率を示したが、最も早く枯死したのはO-S区で、調査開始日から1ヶ月後の調査日にすべて枯死していた。C-S区も8月にはわずかに1%程度となり、9月にはすべて枯死していた。

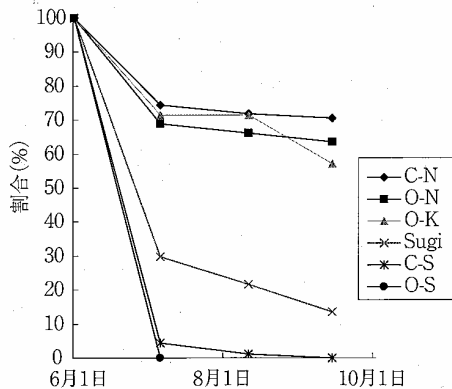


図6. 初期1年間(1996年)の生残率の変化.

また、Sugi区では実生は3年目まで生育した。4年目の最初の調査日に最後まで生存していた個体が幹折れで死亡していた。スギの林冠下でもササがなければ、ある程度の期間は実生が生存できることが明らかになった。

3) 調査結果と既報の結果との比較

以上のように、ブナ閉鎖林冠下とスギ閉鎖林冠下とを比べた場合には、ブナの方が残存する割合が高くなっていった。スギ林冠下でも、混生するブナからの種子の供給とササがない条件が整えば、ブナの実生は芽生えて3年程度は生存すると考えられる。また、ブナ林では閉鎖林冠下と開放林冠下を比較すると、林床のササの有無が大きく影響しており、ササがなければ、生残率は初期密度や林冠の開閉に関係なく10年後には20%程度になることが明らかになった。ササを刈り取った調査区でも同様な結果が得られたことから、ササを刈り取ることで、ブナの実生がササなし区と同様の割合で生存できることが明確に示された。

ブナ林の発達過程について明らかにした中静(1984)によると、ブナの稚樹が密生する段階に至った後、稚樹間の激しい競争により稚樹の密度は急激に減少していくが、この時には林床は暗く、実生が発芽してもすぐに死んでしまい、林床に実生のない時期が続き、ブナの稚樹は70年ほどで林冠に達した後は、樹高の成長が遅くなり、密度は緩やかになって、林床が多少明るくなっていくことを指摘した。その後、台風などによる倒木によって林冠ギャップ(林冠が開放した部分)が形成されると、林床に残存している実生が急激に生長を始め、その後加わった実生と一緒に多く後継樹が密生する段階に至ることが示されている。

毛無山では今回の調査で多数の実生が発生しているのが確認された登山道脇は、これまでも整備のためにササが刈り取られていたが、1996年の調査開始日には、それまでに発生し生残している実生集団は認められなかった。したがって、ブナは何度も大豊作を迎えて実生が発生したと考えられるが、実生は短期間で枯死してしまい、稚樹の集団は形成されてこなかったと考えられる。

調査区周辺のブナ林は、同じサイズのブナが密生しており、調査区近くで倒れたブナの樹齢が約120歳であると推定されたことから(西本,

2000), 120年以上前の一斉更新による再生過程にあると考えられる。ところが稚樹が見られなかったことから、閉鎖された林冠に覆われて、これまでは実生は発生しても生き残ることができなかったと考えられる。また、台風により形成された開放林冠下では、実生が発生する格好のチャンスとなっているといえるが、実生はササを刈り取らない限り生残できなかったことから、ササが密生して

いる限りにおいては定着することはないことを示している。

したがって、今回調査を行った範囲では、1996年の実生の発生によって、120年ほど前にブナ林が再生後、初めて実生集団が形成された可能性が高いと考えられる。

### 3. ブナ実生の枯死原因

#### 1) 枯死原因とその割合

ブナの実生は様々な原因で枯死していたため、調査時に死亡原因を記録に残した。原因としては次のようなものが考えられた。

子葉が食害されたり、カビやバクテリアによって落下したため胚軸だけになって枯死したと考えられた個体(凡例では不良と表示)、正常に本葉を展開していたが、動物による食害や落枝などによって胚軸が基部や子葉と本葉の間で切断された個体(折れ)、本葉は十分な大きさになった段階で茶色くなって枯死した個体(立枯)、十分に大きくなった段階で調査時に発見できなかった個体(不明)、草刈り機で幹が刈り取られて枯死した個体(事故)の5つであった。なお、毛虫に食害を受けた個体が発見されたが、葉の一部が食べられたのみで、枯死に至ることはなかった(写真16)。調査結果を枯死原因別に調査区ごとに個体数と割合を示した(図7)。

#### 2) 調査区の比較

閉鎖林冠下の調査区の場合、C-S区では枯死原因が不良や折れであり、カビやバクテリアによる死亡、昆虫や小動物による食害が主原因となっていると考えられる。この場合、実生は調査開始後1ヶ月の間にほとんどが枯死していた。C-N区では不良や折れで枯死した個体は30%程度で、残りの70%は良好に生育していた。初期段階での死亡を回避しても、その後に立枯を起こしたり、調査時に発見できずに行方不明となった個体が全体の50%近くを占め、個体数が徐々に減少する要因となっていることが明らかになった。C-N区は定期的にササ刈りが行われる登山道沿いにあるため、実生が誤って刈られることがあった。多くの場合枯死したが、萌芽によって再生する個体も見られた。

開放林冠下の場合、O-S区では80%を超える

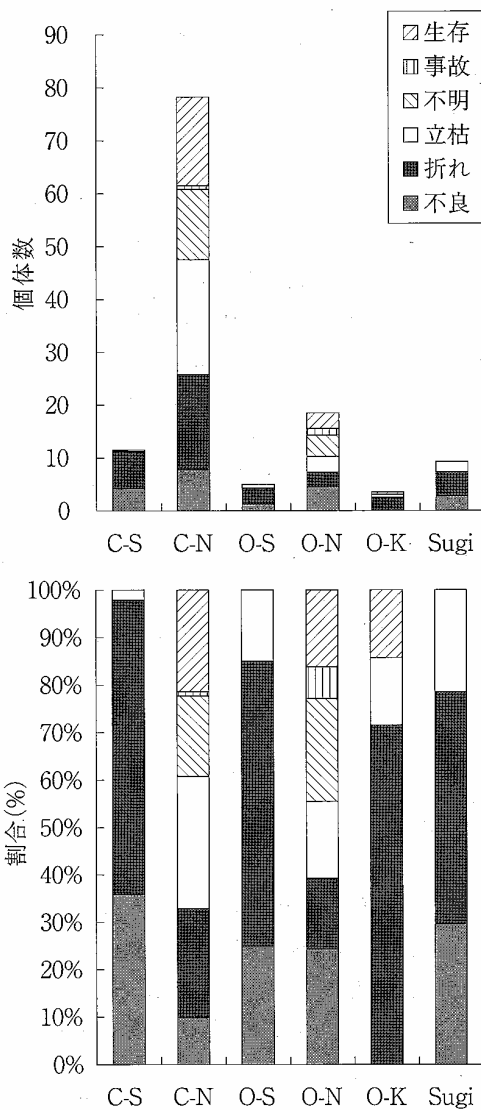


図7. 枯死原因別の1m<sup>2</sup>あたりの個体数(図上)と出現頻度(図下)。不良：子葉が食害されたり、落下して胚軸のみになった個体、折れ：双葉と本葉の間で折れた個体、立枯：本葉が茶色く変色して死亡した個体、不明：行方がわからなかった個体、事故：人為的な原因によって死亡した個体、生存：10年後も生存していた個体。



個体が不良や折れによって枯死しており、正常に本葉を出した個体でも、本葉が変色して枯死していた。ササがあれば林冠の開閉に関係なく、同じ枯死割合となった。一方、O-N区はC-N区とほぼ同様の結果となったが、事故による枯死率がわずかに高くなっていった。

O-K区では、ササを刈り取る前はO-S区と同じ条件であったことから、死亡原因は折れや立枯によるものの割合がほぼ同じとなっていたが、不良で枯死したものはまったく見られない点で異なっていた。折れで枯死したものの中には、8年目までは順調に生育を続けていた個体が含まれており、台風による落枝によって下敷きにならなければ生き残っていたと考えられる。開放林冠下の場合には強風が吹き込むことによって枝が折れやすくなって実生が巻き込まれる可能性の高いことが明らかになった。

また、Sugi区では枯死割合がO-S区とほぼ同じになった。不良や折れによって枯死したものに立枯が含まれていたことから、C-S区とは異なっていた。

以上のように、実生の死亡原因については、ササがある場合には不良と食害が主要因であり、ササがない場合にはこれらが原因となった割合は少なく、本葉が成長した段階での立枯や不明によって個体数が減少していることが明らかになった。

### 3) 既報の結果との比較

これまでブナの実生については、発生から1年以内の状況に関する報告は多数あり、ブナの実生は集中して発生するが、発生後の短期間で枯死し、その原因は食害や立枯れであることが指摘されている（橋詰・山本，1975；Nakashizuka，1988；谷本，1994など）。

このうちNakashizuka（1988）は発生した実生はササのある場所では、その年の秋までに生き残るのは約30%であるのに対して、ササが枯死した場所では約60%が生き残ることを明らかにしている。毛無山の場合にはササのある場所では秋までにすべてが枯死している点で異なるが、ササのない場所では閉鎖林冠下で約70%が生き残っている点で同じ結果となった。

また、死亡原因についても、寺澤（1995）は昆虫か小動物による食害と原因不明の立枯れがほと

んどであることを指摘している。また、寺澤（1995）は枯死原因の割合を実生の発生した場所ごとに比較した結果について、林内では食害と立枯れが全体のほぼ半数だったのに対して、無立木地では立枯れが70%近くを占めていたことを明らかにしている。

今回の調査結果でも、ササの生育する調査区では食害を受ける割合が高くなっていったのに対して、ササの生育しない調査区では食害が少なくなり、立枯や不明の割合が高くなっていった。このことはササの下では、ネズミなどの小動物が天敵から身を守られることになるために、実生を食べる可能性が高くなっていったものと考えられる。

中静（2004）は、死亡の原因は立枯れと呼ばれる病菌によるものや昆虫・ほ乳類などの捕食によるものが多いことを指摘するとともに、立枯れによる枯死は、日照不足が直接の原因ではなく、十分な栄養を得られず健康状態の悪い個体が病気にかかって死亡したケースであると指摘している。今回の結果で実生発生の1年目に見られた不良は、この病菌による死亡にあたるものと考えられる。しかし、その後の立枯れによる枯死はササのない明るい場所で起こっており、寺澤（1995）の結果に見られるように林床が明るい条件下でも70%の立枯れが起きていることから考えても、良好な光環境下で起きたものであり、健康状態の悪い個体が病気にかかって枯死したケースと同じとは考えにくい。

### 4. 相対照度

ブナの実生の生育条件について考察することを目的に、光環境を表す相対照度を測定した。相対照度は1996年10月6日、1997年6月3日および1998年3月～5月に4回（3月31日、4月21日、28日、5月19日）の合計6回、実生の発生した方形区ごとに測定した。方形区ごとの結果を平均して、調査区の値とした。測定場所は方形区と開放空域（山頂または麓）で、時刻を合わせた時計を用いて同時刻に測定した。なお、光環境の季節変化がわかるようにするために、3～5月の測定値と6月（1997年）および10月（1996年）の値を用いて、1年間の変遷とした（表2、3と図8）。



1) 林冠の季節変化

調査地の毛無山では、ブナの展葉は4月下旬から始まり、5月中旬までには完了した。展葉前の3月には、林床には林冠の影響を受けずに光が到達していた(写真17)。4月下旬になってやっと展葉を始める(写真18)。5月初めでも年によっては林冠木や実生ともまだ展葉していないことがあるが、5月上旬から中旬にかけて一気に黄緑色の葉を展開してくる(写真19)。6月上旬には、閉鎖林冠下と開放林冠下とは光の状態が異なり(写真20)、閉鎖林冠下では林内は暗くなっていく(写真6と20)。その後、7月から10月上旬には深緑色に変わった葉が林冠を覆って、10月中旬から始まる紅葉を経て(写真21)、11月初旬にはすべて林冠からなくなった(写真22)。

表2. 調査区ごとの相対照度の値.

	C-N	C-S	O-N	O-S	O-K	Sugi
3月31日	29.4	13.4	41.0	22.6	37.5	9.6
4月21日	44.2	25.4	64.1	35.5	65.1	17.2
4月28日	44.3	30.0	80.2	38.7	50.2	20.3
5月19日	10.4	5.8	60.2	6.9	35.6	0.9
6月3日	5.7	3.1	29.2	2.7	12.4	5.4
10月6日	5.7	1.6	27.2	5.8	19.1	3.3

表3. 相対照度が最大値を示した日とそのほかの調査日との差のt検定結果.

	C-N	C-S	O-N	O-S	O-K	Sugi
3月31日	△	◎	◎	△	◎	△
4月21日	△	△	△	△	-	△
4月28日	-	-	-	-	○	-
5月19日	△	◎	△	○	△	△
6月3日	○	◎	◎	○	◎	△
10月6日	○	◎	◎	○	◎	△

◎;有意差あり(<0.01), ○;有意差あり(<0.05), △;有意差なし.

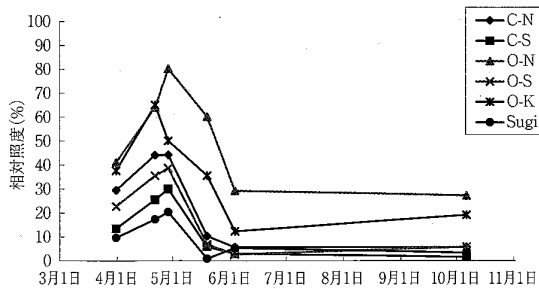


図8. 調査区ごとの相対照度の季節変化.

2) 相対照度の季節変化

図8から、相対照度はいずれの調査区とも3月から4月にかけて上昇し、5月には下降する一山型の変化をしており、4月下旬にピークが認められた。5月中旬にはO-N区とO-K区を除く調査区で、相対照度が10%以下となった。6月中旬から10月上旬までの間は調査を行わなかったが、林冠が閉鎖された状態が継続するため、ほぼ同じ光環境が継続するものと考えられる。

以上のことから、相対照度が最も高くなるのは4月下旬で、すべての調査区ともこの期間にピークがあることが明らかになった。O-N区は5月中旬には60%程度、6月上旬以降も30%程度の明るさがあり、最も明るい調査区であった。O-K区は6月以降10~20%程度であった。これら以外の調査区は5月中旬以降は10%以下の状態が10月まで継続した。

3) 光環境の季節変化が起きる原因

次に、それぞれの調査区で、季節を通じた光環境に差が生じる原因について検討するため、相対照度が最も高い値を示した調査日の値と、その他の調査日の値とをそれぞれ比較した(表3)。

その結果、調査区間の比較ではSugi区だけは有意な差が認められなかった。Sugi区では林床にはササがないが、常緑の葉を持つスギによって林冠が閉鎖されているために、年間を通じて暗い状況が継続していると考えられる。4月下旬には比較的明るくなるものの、明らかな差は認められなかった。

これに対して、Sugi区以外のすべての調査区では、4月下旬のピーク時の相対照度は、6月以降林冠が完全に閉鎖してからの状態と比較して有意に差のあることが認められた。したがって、新葉が展開中の4~5月の間は、ササの有無に関係なく、相対照度が有意に高い状態になっていると考えられる。

また、C-S区とO-N区では、いずれも林冠の閉鎖前後で、相対照度は有意に異なっていた。C-S区では、相対照度が4月下旬にピークを迎えた後、5月中旬には10%以下にまで急激に低下していた。このことは、樹幹とササの両方の存在によって、より強く光環境が悪化していると推測できる。一方、O-N区では、5月の中旬でも30%

以上の高い値を示していたものの、林冠が閉鎖する前の80%と比較して明らかに低下していた。このことは、開放林冠下のように周囲に幹が少なくても、また林床にササがなくても、展葉によって林冠が閉鎖されると、森林全体の光環境は明らかに悪化することが示された。

これに対して、C-N区では、相対照度は展葉前の3月と展葉中の4月下旬と比較しても有意に差が出なかった。このことから、ブナが密に生育している閉鎖林冠下の場合には、相対照度は葉の有無よりも、密に生育する幹や枝のために、展葉の前後で大きく変わることがないものと推測できる。しかし、6月以降の林冠が閉鎖した状態では有意に暗くなっていることから、幹だけでなく葉による影響も加わり、光環境はさらに悪化していると考えられる。

また、O-S区でも、林冠の閉鎖前と展葉中とでは有意な差は認められず、閉鎖後も大きな差が出なかった。このことから、ササの存在によって、林冠の閉鎖に関係なく、実生の生育には困難な光環境が継続しているものと推測される。

以上より、相対照度を低下させる原因となるのは、ササの存在は大きいですが、それだけでなく、密度の高い幹の存在も無視できないことが明らかになった。

## 5. ブナの実生の生残と相対照度

ブナの実生は発生した年には、林冠の状態やササの有無に関係なく、生育していたことが明らかになった。ササの下でも種子からの発芽が可能であったことは、ブナの種子が光条件に関係なく発芽できる種子であるために、4月の段階で林床にまで届いた光による地面の温度上昇によって発芽し、種子の養分を使って、実生としてしばらくの間は生育可能となっていたと考えることができる。

ところが、ササの下で芽生えた個体は、6月の調査では確認されたが、その1ヶ月後の7月の調査ではほとんど生残していなかった。死亡原因から見た場合では、子葉は出したものの、子葉が食害や菌害によってなくなっていたり、最初の本葉は出すことができても食害や菌害によって枯死したり、幹が折られてしまったものがほとんどで

あった。このことは、林冠が閉鎖され、ササによる影響を受けて十分な光を受けられなくなることに加えて、種子からの供給が途絶えて、その後の生育が十分にできなかったためと考えられる。したがって、ササの存在は光環境を悪化させ、光合成による物質生産を低下させるだけでなく、菌が発生しやすくなっていたり、小動物の移動しやすい、また菌害や食害を受けやすい環境となっていると推測される。

また、実生が10年間も生存可能だった調査区はいずれもササのない調査区であったことから、実生は初期段階だけでなく、その後の生育にも、ササからの影響を強く受けていると考えられた。

林冠の開閉に関係なく、林床にササがない調査区では、実生が長期間にわたり生残していた（写真23, 24）。特にC-N区では、6月以降の光環境が生残しなかった調査区と同じ程度の暗さでありながらも実生は生残していた。このことは、4～5月の光環境がその他の生残できなかった調査区よりも高い環境であったことが関係していると考えられる。1年のうちの短期間ではあるが、わずかでも光合成が可能となるだけの光環境が保証されていることが、生残には有効であったことが示唆された。

## 摘 要

1. ブナが大豊作となった1995年の翌年の春に多くの芽生えが発生してきた毛無山で、ブナの実生の生残を追跡調査する目的で、芽生えたブナに個体ごとに目印を付けて、条件の異なる調査区を設定して10年間の追跡調査を行った。
2. 実生が最もたくさん発生した調査区は、ブナが林冠に優占する閉鎖林冠下で、林床にはササのない調査区であった。これに対して開放林冠下では、ササの有無に関係なく実生の発生数は限定されていた。種子の供給源としてのブナの成熟木が存在するかどうか、また、ササが生育するかどうかによって、実生の発生数が決定されていることが明らかになった。
3. ブナ林内における実生は、ササがある場合には発生後数ヶ月ですべて死亡したが、ササのない場合には、1年後の生存率が閉鎖林冠下で約70%、開放林冠下で30～50%となっていること

が明らかになった。

4. スギとブナの混交林でも、ブナの実生は発生し、3年間は生残したことが明らかになった。
5. 10年後に実生が生残した調査区はすべてササのない調査区で、林冠の開閉に関係なく20%程度が生残していた。閉鎖林冠下では1年目に70%程度が生残していたが、その後徐々に減少して20%程度になったのに対して、開放林冠下では2年間で30%にまで減少した後8年間で当初の10%程度が枯死して、最終的には20%程度になっていた。
6. 実生の死亡原因については、ササがある場合には生育不良と食害が主要因であることが明らかになった。
7. 実生の生育と光環境との関係を明らかにするために、調査区ごとに相対照度を測定した。その結果、閉鎖林冠下や開放林冠下に関係なく、林床にササがない調査区では、光環境は良好であることから、実生が長期間にわたり生残していた要因となっていたことが明らかになった。閉鎖林冠下のササなし区では6月以降の光環境が生残しなかった調査区と同じ程度に暗い状態でありながらも実生が生残しており、展葉期に林床まで到達する光環境が関係しているものと考えられた。

## 引用文献

- 橋詰隼人・山本進一, 1975. 86回日林講: 226-227.
- 中静 透, 1984. ブナ林の更新. 遺伝38: 62-66.
- Nakashizuka, T., 1988. Regeneration of beech (*Fagus crenata*) after the simultaneous death of undergrowing dwarf bamboo (*Sasa kurilensis*). Ecological Research 3:21-35.
- 中静 透, 2004. 『森のスケッチ』, 236pp. 東海大学出版会, 神奈川.
- 西本 孝, 1996. ボランティア研修会の報告-毛無山のブナ芽生え調査(1)-. 岡山県自然保護センターだより(57): 4.
- 西本 孝, 1998. 毛無山のブナ芽生え調査結果-ボランティア研修会報告(2)-. 岡山県自然保護センターだより(72): 6-7.
- 西本 孝, 2000. 岡山のブナ林. 岡山の自然と文化(19): 263-368. 岡山県郷土文化財団.
- 岡山県, 1988. 岡山県メッシュ気候図. (地図編) 51pp. (資料編) 345pp.
- 谷本丈夫, 1994. ブナ林の復元・再生技術に関する基礎的研究(1): 立山地域ブナ林の林冠疎開地における堅果の飛散と稚樹の消長. 宇都宮大学演習林報告30: 1-18.
- 寺澤和彦, 1995. ブナの更新過程における花・種子・稚樹の数の変化. 北海道立林業試験場光珠内季報(98): 1-9.



写真1. 毛無山山頂から大山側を臨む(1997.10.1).



写真5.  
ブナの実生調査風景  
(1996.6.2).



写真2. 麓から見た毛無山全景(1994.5.18).



写真6. ブナの閉鎖林冠下での調査風景(1996.6.1).



写真3. 山頂部からのブナ林(2000.5.25).



写真7. 調査区の設定風景(1996.6.1).



写真4.  
ブナの実生. 子葉と本葉  
(1996.6.1).



写真8. 1991年の台風19号による倒木(1992.9.17).





写真9. ブナ林にできた林冠が開いた部分(1997.10.1).



写真13. 開放林冠下のササなし調査区(1996.6.1).



写真10.  
閉鎖林冠下のササあり調査区  
(1996.6.1).



写真14. 開放林冠下のササ刈り調査区(1996.6.1).



写真11. 閉鎖林冠下のササなし調査区(1996.6.1).



写真15. スギ-ブナ混交林内での調査区(1996.6.1).



写真12. 開放林冠下のササあり調査区(1996.6.1).



写真16. ブナの葉を食べる幼虫(1997.5.14).





写真17. 葉の展開前のブナ林(1998.3.31).



写真21. 紅葉の頃のブナ林内(2003.10.31).



写真18. 展葉し始めた頃のブナ林(1998.4.28).



写真22. 落葉中のブナ林内(2004.11.5).



写真19. 新緑の頃のブナ林(1994.5.18).



写真23. 開放林冠下のササなし調査区で生長するブナの実生(2000.5.25).



写真20. 林冠が閉鎖した頃のブナ林内. 開放林冠下では林内に光が届いている(1996.6.1).



写真24. 閉鎖林冠下のササなし調査区で生長するブナの実生(2000.5.25).

