

イチイガシ等南方系樹種の森林造成に関する研究

2012 年度～2015 年度

中島寛文

要 旨

近年、愛知県において、造林樹種として有望であるイチイガシの分布が拡大してきている。そこで、県内に生育するイチイガシの生育状況や種子生産量、更に堅果の播種による造林（播種造林）、植栽による造林（植栽造林）における初期成長や造林適地を明らかにし、イチイガシを用いた造林技術を開発することを目的とした。本研究から得られたイチイガシの造林指針は以下のとおりである。イチイガシの成熟堅果の落下は11月下旬から12月上旬であり、堅果の発芽率は凶作年に極めて低かった。堅果が乾燥に弱いことも踏まえると、造林のための堅果の採集は、豊作年時に、落下直後すぐに行うことが望ましいと考えられた。なお、豊凶の判定は、目視による観察で行うことができた。播種造林の場合は、非発芽により、適切な密度管理が行えないという欠点があるが、1箇所につき3粒ずつの堅果の播種により苗木の欠損を防ぐことができた。植栽造林の場合は、大きな苗木の植栽により生残率を高めることができた。造林方法に関わらず、日当たりがよく湿潤な環境で成長量が大きかったため、そのような環境が、木材生産を考えた上での造林適地であると考えられた。ただし、カモシカ等による食害を受けるので、獣害対策は不可欠だと思われる。

I はじめに

近年愛知県において、クスノキ、イヌマキ、イチイガシ等の南方系樹種の分布が拡大してきている。その中でも、イチイガシは通直性を持ち、材質が優れていることから、西日本では有用樹として造林されている（長濱 2004）。すなわち、本県においてもイチイガシは木材生産を目的とした広葉樹造林における候補木として有望である。

ここで、イチイガシを含むコナラ属の樹種は、一般的に挿し木による繁殖が困難であると考えられている（cf. 橋詰・尾崎 1979）。そのため、イチイガシの造林においても、堅果（種子）を利用した造林方法が有効であると考えられる。堅果の利用においては、堅果を生産する成木が、どの時期にどの程度の種子生産を行うかを明らかにすることが、非常に重要である。

また、堅果を利用した造林方法については、直接林地に播種する方法（以下；播種造林）、もしくは

は堅果から苗木を生産して植栽する方法（以下；植栽造林）がある。イチイガシに対し、これらの造林方法を行った場合、どのような生育を示すか、また、どのような環境が造林適地となるかを明らかにすることで、より良い造林方法の開発に繋がるだろう。

そこで、本研究では、県内の社寺林等に生育しているイチイガシの生育状況や種子生産量等と、異なる環境下で播種造林、植栽造林を行った際の初期の生育状況を調査し、イチイガシ等南方系樹種の造林技術の開発に資する基礎的知見を得ることを目的とした。

II 方法

1. 生育状況調査

新城市、豊橋市内の社寺林等（計 8 箇所）（図 1）に生育するイチイガシ 21 個体の生育状況（樹高、胸高直径）を調査した。5 箇所については、



図－1 社寺林等の位置図

周囲に実生が存在するかどうかを調べた。

2. 種子生産等調査

(1) 種子生産調査

新城市杉山の社寺林（竹生神社）において、イチイガシ3個体（T1、T2、T3）を選定し、シードトラップ（0.5 m²）を各個体に3基ずつ計9基設置した。シードトラップによる種子生産調査は、2012年から2015年の4年間、各年の9月から12月の3ヶ月間行った。落下物の回収頻度は1週間に1回で、落下物のうち成熟したイチイガシの堅果のみを抽出し、落下時期、落下数を調査した。シードトラップ1基当たりの成熟堅果の落下数（応答変数）の違いを一般化線形混合モデル（GLMM）で評価した。個体ID（T1、T2、T3）と調査年を説明変数とし、応答変数の誤差構造はポアソン分布（リンク関数はlog）を仮定し、調査時期を変数効果とした。

また、「1. 生育状況調査」で調査したイチイガシ18個体については、樹冠を9分割し（図-2）、各区分の豊凶度を、フィールドスコープ（TSN-602、



図－2 豊凶調査のための樹冠の分割

表－1 豊凶度の判定基準（片平 2010 改）

豊凶度	判定基準
0	: 無結実
1	: 数個確認できる
2	: 一部に疎に結実
3	: 全体に疎、又は、一部に密に結実
4	: 全体に密に結実
5	: 全体に過密に結実

興和株式会社、愛知）を用いて目視により評価した（樹冠の観察が困難であった3個体は調査対象から外した）（表-1、片平2010改）。目視による調査は、2012年から2015年の10月末に実施した。豊凶度（応答変数）の違いをGLMMで評価した。調査年を説明変数とし、応答変数の誤差構造は二項分布（リンク関数はlogit）を仮定し、調査個体のIDを変数効果とした。

(2) 苗木生産法の開発

2012年から2014年の各年の12月に竹生神社とその周辺で採集したイチイガシ堅果を用い、発芽試験を実施した。堅果は採取直後に一晩水に浸け、沈んだ堅果のみを湿砂中で低温保存（5℃）した。発芽試験は堅果を採取した年の翌年の4月以降に開始し、発芽する個体なくなるまで継続した（最大6ヶ月間継続）。発芽試験は、発芽床としてバーミキュライトを用い、25℃で全暗の恒温室内で行った。発芽試験中は1週間に2、3回の頻度で発芽

状況を確認し、その都度、乾燥しないよう散水した。堅果の周囲にカビが発生した場合は、キムワイプでカビを丁寧に拭き取り、そのまま発芽試験に供試した。発芽率（応答変数）の違いを GLMM で評価した。堅果の採集年を説明変数とし、応答変数の誤差構造は二項分布（リンク関数は logit）を仮定し、堅果を採集した母樹の ID を変量効果とした。

また、2011 年 12 月に竹生神社で採集し、湿砂中で低温保存（5℃）したイチイガシ堅果 282 粒を 2012 年 4 月に森林・林業技術センターの苗畑（マルチング有）に播種した。播種してからおよそ 2 年経過した 2013 年 12 月に、イチイガシの生育状況（樹高・生残率）を調査した。

3. 造成地の初期成長調査

（1）造成地の環境調査

造林地での生育状況を調べるために、新都市にある森林・林業技術センター試験林に、異なる 3 条件の試験区を設け、堅果の播種、および苗木の植栽を行った。試験区は、大きく皆伐跡地区と林内区に分け、更に皆伐跡地区は斜面区（以下；皆伐・斜面区）と平面区（以下；皆伐・平面区）に分けた。林内区は、その地形から林内・平面区とした。各試験区内に温度・照度ロガー（CO-UA-002、Onset、US）を 2 基ずつ計 6 基、地上高 1 m の位置に設置し、2013 年 5 月から同年 9 月にかけて温度と照度を 1 時間間隔で記録した。更に、同年 12 月に土壤水分計（DM-18、竹村電機製作所、東京）を用い、各試験区内の 40 地点、計 120 地点の土壤含水率を調査した。環境因子（気温、照度、土壤含水率）（応答変数）の違いを、一般化線形モデル（GLM）で評価した。試験区を説明変数とし、応答変数の誤差構造は正規分布を仮定した。

（2）堅果の播種による造成試験

2012 年 12 月に採取し、湿砂中に低温保存（5℃）したイチイガシ堅果を 2013 年 4 月に、各試験区

に播種した。各試験区内に 4×4m の調査プロットを 4 箇所ずつ計 12 箇所設け、各調査プロットにおいて、堅果を 1 箇所につき 3 粒ずつ播種した（120 粒/調査プロット）。同時に獣害を防止するためのツリーシェルター（高さ：70 cm）を設置した。2016 年 1 月に各播種箇所の最大樹高の個体の樹高と根元径を調査し、生残数と獣害の有無についても記録した。樹高（H）と根元径（D）から、 D^2H を求め、その相対成長速度（RGR： $\Delta \ln(D^2H) / \Delta t$ 、t は日数）を算出し、各個体の 3 年間の成長量とした。生残率と成長量（応答変数）の違いを GLMM で評価した。試験区を説明変数とし、応答変数の誤差構造は、生残率では二項分布（リンク関数は logit）を、相対成長速度では正規分布を仮定し、堅果を採集した母樹の ID と調査プロットの ID を変量効果とした。

本研究では、堅果を 1 箇所につき 3 粒ずつ播種しているため、1 箇所当たりの生残個体数から以下のように考えることができる；

A：3 個体とも生残の箇所 / 全播種箇所 →1 粒播種で、必ず 1 個体は生残する。
B：2 個体以上生残の箇所 / 全播種箇所 →2 粒播種で、少なくとも 1 個体は生残する。
C：1 個体以上生残の箇所 / 全播種箇所 →3 粒播種で、少なくとも 1 個体は生残する。

ここで、A、B、C は、全播種箇所に対するそれぞれの条件（3 個体生残、2 個体以上生残、1 個体以上生残）の割合を示し、ここでは、その割合を非欠損率と定義する。この割合が高いほど、苗の欠損（苗の存在しない場所）が軽減されることを意味する。非欠損率の違いを、GLMM で評価した。試験区と各条件（A、B、C）を説明変数とし、応答変数の誤差構造は二項分布（リンク関数は logit）を仮定し、堅果を採集した母樹の ID と調査プロ

ットの ID を変量効果とした。更に、2016 年 1 月調査時の樹高を、ツリーシェルターの高さ (70 cm) を基準に、70 cm 未満、70 cm 以上のグループに分け、各グループの獣害率に違いがあるかどうかをフィッシャーの正確確率検定により評価した。

(3) 植栽による造成試験

「2.(2) 苗木生産法の開発」において栽培したイチイガシの苗木 (2 年生) のうち、樹高 (苗木) 10 cm 以上の個体のみを選定し、2014 年 4 月に、各試験区に計 97 本のイチイガシ裸苗を植栽した (皆伐・斜面区 : 32 本、皆伐・平面区 : 32 本、林内・平面区 : 33 本)。植栽した苗木は、堅果の播種による造林試験同様に、ツリーシェルター (高さ : 70 cm) を植栽時に設置した。2014 年 4 月、2016 年 1 月に各個体の樹高と根元径を調査し、2016 年 1 月の調査時には、生残数と獣害の有無も記録した。植栽木についても、播種による造成試験の場合と同様に RGR を算出し、各個体の 2 年間の成長量とした。

生残率と成長量 (応答変数) の違いを GLM で評価した。試験区と植栽時の樹高を説明変数とし、

応答変数の誤差構造は、生残率では二項分布 (リンク関数は logit) を、相対成長速度では正規分布を仮定した。また、2016 年 1 月調査時の樹高を、「3.(2) 堅果の播種による造成試験」と同様に、70 cm 未満、70 cm 以上のグループに分け、各グループの獣害率に違いがあるかどうかをフィッシャーの正確確率検定により評価した。

GLM、GLMM の解析において、応答変数に対する説明変数の効果を、尤度比検定により調べた。本研究の全ての統計解析には、統計ソフト R (ver. 3.2.3、R Development Core Team、2013) を用いた。

III 結果

1. 生育状況調査

新城市、豊橋市内におけるイチイガシは、樹高が 24.4 ± 6.3 m (mean \pm SD、 $n = 21$)、胸高直径が 67.5 ± 38.2 cm ($n = 21$) だった。また、竹生神社とその付近のイチイガシの周辺において多数の実生を確認した (表-2)。

2. 種子生産等調査

表-2 新城市、豊橋市内のイチイガシの生育状況

場所No.	場所	個体No.	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	実生有無	備考
1	新城市 森林・林業技術センター	1	34.6	69.4	無	
2	八幡神社	2	26.5	27.0	-	
3	〃	3	25.0	41.0	-	
4	〃	4	28.5	72.0	-	
5	白山神社	5	16.0	129.0	無	
6	竹生神社	6	23.9	87.6	有	
7	〃	7	18.5	44.7	〃	
8	〃	8	24.2	72.3	〃	シードトラップ設置個体 (T1)
9	〃	9	19.7	44.0	〃	
10	〃	10	13.8	34.7	〃	シードトラップ設置個体 (T2)
11	〃	11	31.7	71.0	〃	
12	〃	12	20.8	42.8	〃	シードトラップ設置個体 (T3)
13	〃	13	25.7	47.9	〃	
14	〃	14	17.6	32.4	〃	
15	〃	15	23.6	43.6	〃	
16	竹生神社の付近	16	22.0	52.0	有	
17	白鳥神社	17	37.5	194.0	-	
18	〃	18	34.0	81.0	-	
19	豊橋市 富岡神社	19	22.0	93.0	無	
20	大蔵神社	20	28.0	87.0	-	
21	〃	21	19.0	51.0	-	

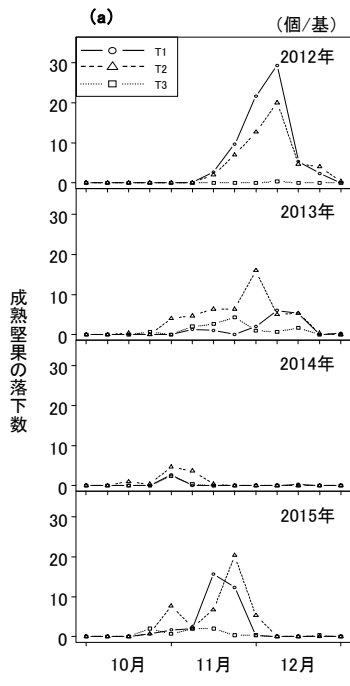


図-3 シードトラップにおける堅果の落下数

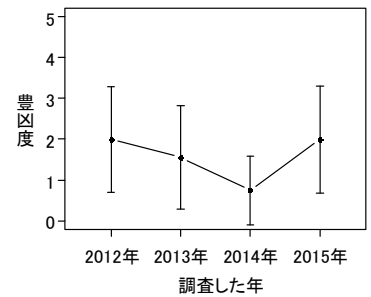
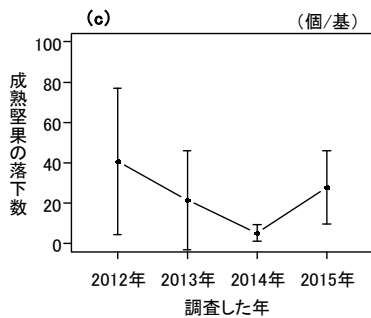
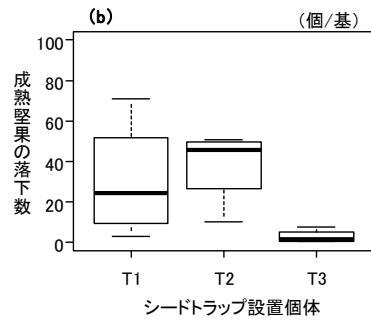


図-4 豊凶度の年変動

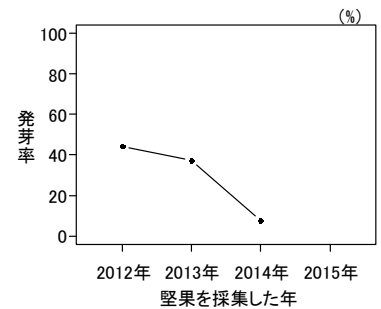


図-5 発芽率の年変動

(1) 種子生産調査

成熟堅果の落下は、2012年から2015年の全ての年において、11月上旬から始まり、12月末までには全ての成熟堅果が落下した。落下数のピークは、2012年、2013年、2015年では11月末から12月初めにかけて見られ、2014年では11月初めにピークが見られた(図-3(a))。また、調査した4年間の成熟堅果の落下数はイチイガシ個体毎で異なり(GLMM、尤度比検定、 $P < 0.001$)、T2 (38.0 ± 18.9 個/基)、T1 (30.7 ± 29.5 個/基)、T3 (2.7 ± 3.5 個/基)の順に少なかった(図-3(b))。

堅果の落下数は、2012年では 40.7 ± 36.4 個/基、2013年では 21.5 ± 24.5 個/基、2014年では 5.2 ± 4.1 個/基、2015年では 27.8 ± 18.2 個/基だった。年毎で堅果の落下数は異なり(GLMM、尤度比検定、 $P < 0.001$)、2012年から2014年にかけて徐々に減少し、2015年には再び増加した(図-3(c))。

生育状況を調査した21個体全ての豊凶度は年毎で異なり(GLMM、尤度比検定、 $P < 0.001$)、2012年から2014年にかけて徐々に減少し、2015年に

再び増加した(図-4)。

(2) 苗木生産法の開発

発芽試験の結果から、堅果の採集年毎で発芽率は異なり(GLMM、尤度比検定、 $P < 0.001$)、2012年、2013年、2014年の順に堅果の発芽率は低かった(図-5)。

2011年に苗畑に播種したイチイガシの2年経過後の生残率は68.1%(192/282)で、平均樹高は 23.2 ± 18.9 cmだった。植栽造林に用いた10cm以上の苗木は、全体の63.0%(121/192)だった(植栽に用いなかった10cm未満の個体は37.0%)。播種

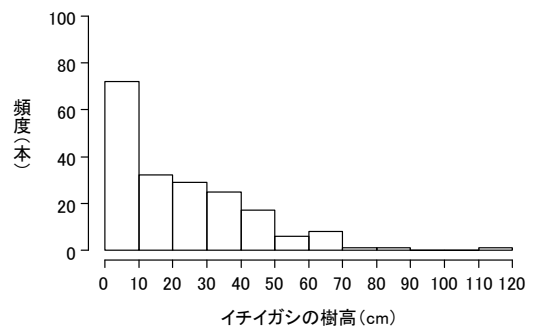


図-6 苗畑における生育状況

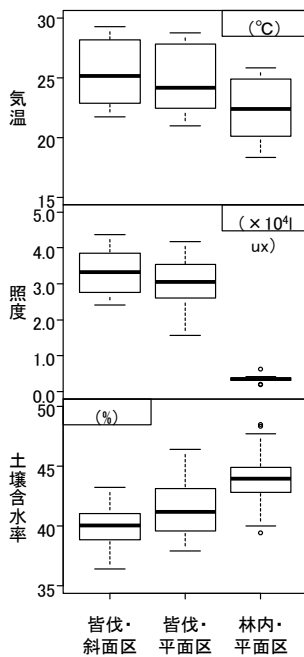


図-7 試験区の立地環境

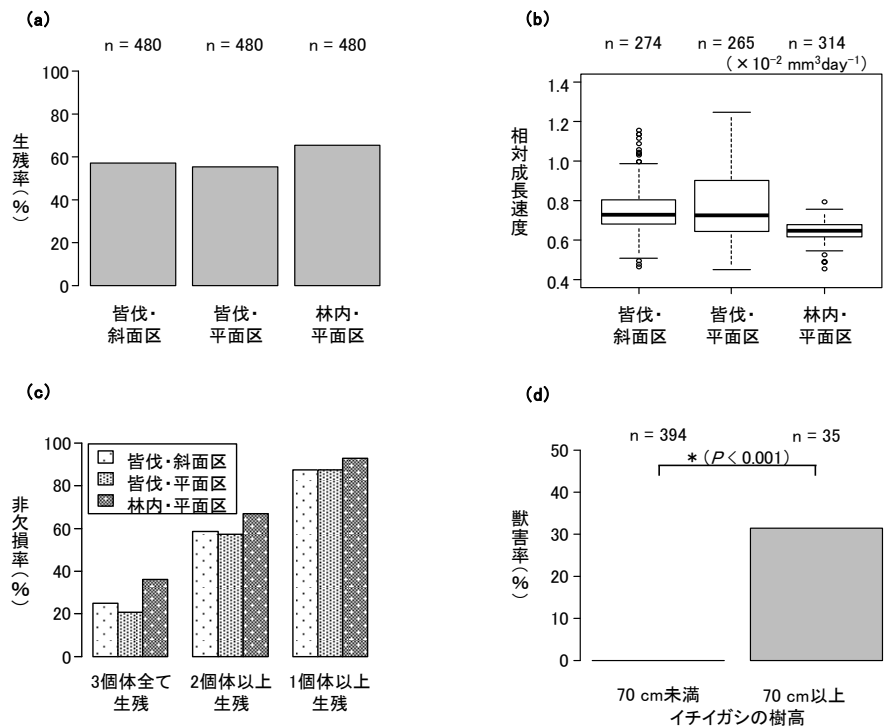


図-8 播種造林試験における生育状況

(a) 生残率、(b) 相対成長速度、(c) 非欠損率、(d) 獣害率

数からみると、得苗率は 42.9 % (121/282) だった (図-6)。

3. 造成地の初期成長調査

(1) 造林地の環境調査

試験区間で環境因子を比較したところ、気温、照度、土壌水分の全ての環境因子が試験区毎で異なった (GLM、尤度比検定、 $P < 0.05$)。気温は、皆伐・斜面区、皆伐・平面区、林内・平面区の順に低くなった。照度は、皆伐・斜面区、皆伐・平面区、林内・平面区の順に低く、特に林内・平面区において照度は顕著に低かった。土壌水分は、皆伐・斜面区、皆伐・平面区、林内・平面区の順に高くなった (図-7)。

(2) 堅果の播種による造成試験

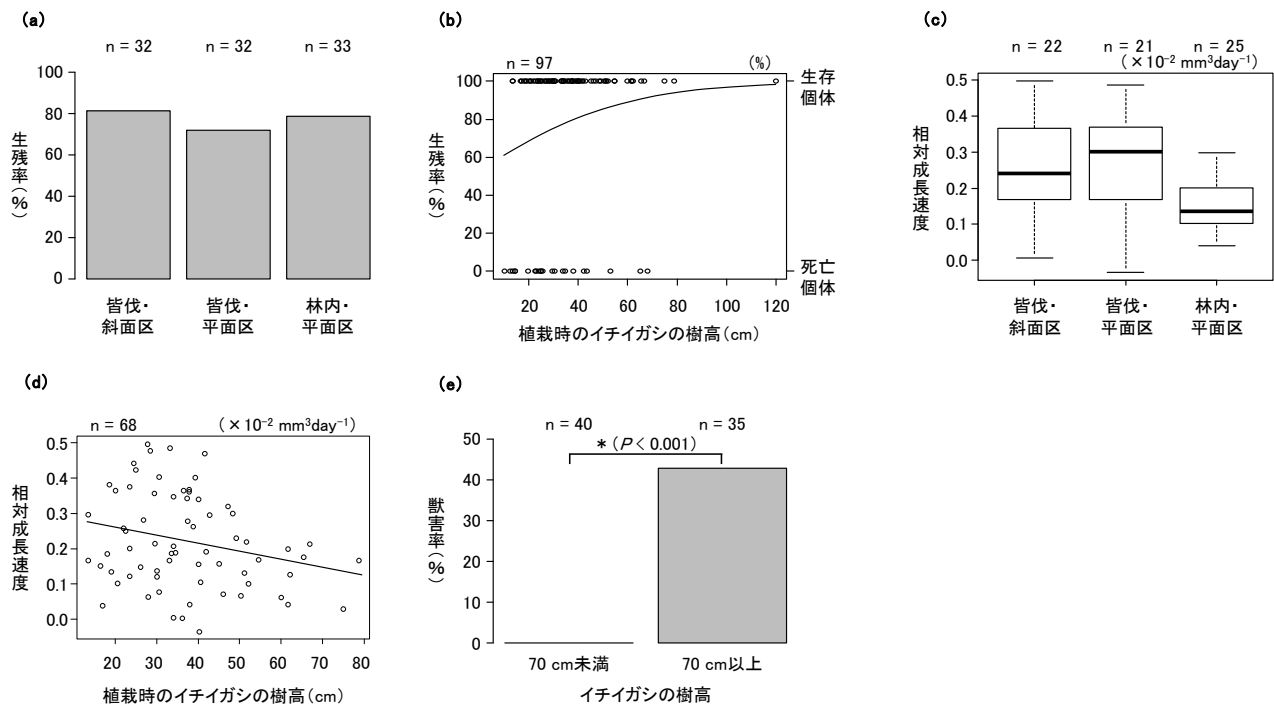
堅果を播種してから3年経過後のイチイガシ(3年生)の生残率は、全体で 59.2 % だった。生残率を試験区間で比較すると、林内・平面区で最も高く、皆伐・斜面区、皆伐・平面区の順に低かった

(GLMM、尤度比検定、 $P < 0.01$) (図-8 (a))。

また、3年間の成長量は、全体で $7.3 \times 10^{-3} \pm 1.4 \times 10^{-3} \text{ mm}^3 \text{ day}^{-1}$ であり、3年経過後の樹高は $26.5 \pm 24.9 \text{ cm}$ で、根元径は $2.9 \pm 1.7 \text{ mm}$ だった。成長量を試験区間で比較すると、皆伐・平面区で最も大きく、皆伐・斜面区、林内・平面区の順に小さかった (GLMM、尤度比検定、 $P < 0.001$) (図-8 (b))。

イチイガシ堅果を3粒ずつ播種した際の非欠損率は、林内・平面区で最も高く、皆伐・斜面区、皆伐・平面区の順に低かった (GLMM、尤度比検定、 $P < 0.001$)。また、A (3個体とも生残の箇所)、B (2個体以上生残の箇所)、C (1個体以上生残の箇所) の順に非欠損率は高くなった (GLMM、尤度比検定、 $P < 0.001$) (図-8 (c))。

獣害は、樹高に応じて有意に異なり (フィッシャーの正確確率検定、 $P < 0.001$)、70 cm 未満のイチイガシでは、獣害を受けた個体は確認されず、



図－9 植栽造林試験における生育状況

(a) 各試験区における生残率、(b) 植栽時の樹高と生残率、
(c) 各試験区における相対成長速度、(d) 植栽時の樹高と相対成長速度、(e) 獣害率

70 cm 以上まで成長したイチイガシの 31.4 % (11/35) で、獣害が確認された (図－8 (d))。

(3) 植栽による造成試験

植栽してから2年経過後のイチイガシ(4年生)の生残率は、全体で、77.3 %だった。生残率は、試験区間において違いは認められなかったが (GLM、尤度比検定、 $P > 0.05$) (図－9 (a))、植栽時の樹高が高い個体ほど高かった (GLM、尤度比検定、 $P < 0.05$) (図－9 (b))。

また、2年間の成長量は、全体で $2.0 \times 10^{-3} \pm 1.6 \times 10^{-3} \text{ mm}^3 \text{ day}^{-1}$ であり、2年経過後の樹高は、 $71.2 \pm 39.7 \text{ cm}$ で、根元径は $9.8 \pm 3.5 \text{ mm}$ だった。成長量を試験区間で比較すると、皆伐・平面区で最も大きく、皆伐・斜面区、林内・平面区の順に小さかった (GLM、尤度比検定、 $P < 0.001$) (図－9 (c))。更に、植栽時の樹高が高い個体ほど成長量は小さかった (GLM、尤度比検定、 $P < 0.05$) (図－9 (d))。

獣害は、堅果播種による造林試験と同様の結果だった。すなわち、70 cm 未満のイチイガシは獣害を受けず、70 cm 以上の個体のみ獣害 (42.9%) を受けた (フィッシャーの正確確率検定、 $P < 0.001$)。 (図－9 (e))

IV 考察

1. 生育状況調査

今回調査したイチイガシは、いずれも大きく生育しており、周囲に実生が確認された場所もあったので (表－2)、本県は、イチイガシの生育に適した環境であると考えられる。すなわち、有用広葉樹を造林樹種としてイチイガシを十分活用できるだろう。

2. 種子生産等調査

(1) 種子生産調査

イチイガシ3個体にシードトラップを設置し、種子の落下時期、落下数を調べたところ、種子を

多く生産した年（2012、2013、2015年）は、11月下旬から12月上旬に落下のピークが確認された（図-3（a））。つまり、12月以降であれば、成熟堅果を採集することができる。ただし、コナラ属の種子（堅果）は乾燥すると発芽能力を失うとされ（木村ら 2015）、イチイガシ堅果においても同様のことが言える（中島 2013）、そのため、造林用・苗木生産用の堅果の採集は、種子が落下した直後に行うのが望ましいだろう。

また、多くのブナ科の樹木の種子生産には豊凶が見られることが確認されており（森 1998）、本研究から、イチイガシも豊凶を示す樹種であることが分かった（図-3（c））。2012年が豊作年であったかどうかは断定できないが、2014年のような凶作年では、イチイガシの堅果はほとんど結実しない上、堅果の発芽率も非常に低い（図-5）。また、本結果から凶作年は1年で終わる可能性が考えられるので、堅果を採集する場合は、凶作年を避けて、結実量が回復すると考えられる翌年を待つのがよいと思われる。

今回、目視による豊凶の確認を10月末に行ったところ、実際の豊凶と概ね一致した（図-3（c）、図-4）。すなわち、目視により、その年の豊凶を予測することができると考えられる。堅果を採集する場合は、前もって目視による豊凶の判定を行うのがよいだろう。ただし、イチイガシは個体毎で堅果の結実量が大きく異なった（図-3（b））。そのため、目視による判定は、複数個体に対して行い、多く堅果を結実する個体を予め見つけておくと効率良い堅果の採取ができると考えられる。

（2）苗木生産法の開発

植栽による造林を行う場合、苗木を生産する必要がある。今回、苗畑に堅果を播種したところ、生残個体は、播種数の7割程度だった。また、植栽に利用した10 cm以上の個体は、生残個体の6割程度で、播種数からみると、得苗率は4割程度

だった（図-6）。この得苗率は、決して高い値であるとは言えないので、施肥の処理などにより、得苗率を更に高める工夫を検討する必要があるだろう。

イチイガシの成長は、非常にばらつきが大きかったので、今後、恒常的に同程度のサイズの苗木を生産できる技術を開発する必要もあるだろう。

3. 造成地の初期成長調査

（1）造林地の環境調査

今回設定した皆伐・斜面区、皆伐・平面区、林内・平面区における気温、照度、土壤水分を調べたところ、全ての試験区において環境状況は異なった（図-7）。皆伐・斜面区は、気温も照度も高いが、乾燥気味の環境であった。皆伐・平面区は、気温、照度ともに皆伐・斜面区と同様に高く、更に土壤水分も比較的高い傾向が認められた環境だった。林内・平面区は、皆伐地に比べて気温は僅かに低い程度だったが、照度は極端に低かった。一方で、土壤水分は高く、湿潤な環境だった。

これらの各試験区における環境の違いがイチイガシの生残率や成長量にどのような影響を与えるかを以下の2つの造林方法（播種造林・植栽造林）で考える。

（2）堅果の播種による造成試験

播種から3年経過後の生残率は6割程度だった（図-8（a））。イチイガシは、発芽するために高温を要求するとされている（小野・菅沼 1991）。また、イチイガシの発芽率は、湿潤な場所で高いと言われている（小野・菅沼 1991）。林内・平面区における高い生残率は、発芽率が高かったことに起因すると考えられるが（中島 2014）、林内における気温は、皆伐地に比べ若干低かったものの、発芽には十分な気温であったと言えるだろう。加えて、林内・平面区における湿潤な環境が高い発芽率に繋がったと考えられる。ところが、皆伐・平面区は、皆伐・斜面区より土壤水分が高かった

にも関わらず、生残率（≒発芽率）は最も低かった。一方で、3年間の成長量は、生残率が最も低かった皆伐・平面区で最も大きく、生残率が最も高かった林内・平面区で最も低かった（図-8 (b)）。イチイガシは、成長が比較的早い樹種であるとされ（長濱 2004）、よく成長する（年輪幅が大きくなる）ことで優良材になると言われている（埴田 1989）。生残率はやや低下するものの、木材生産を目的とした造林を行う上では、成長の良い皆伐・平面区での造林が適しているだろう。

今回、1箇所につき3粒ずつ播種することで、全ての試験区において、播種箇所の9割程度でイチイガシの生育を確認することができた（図-8 (c)）。すなわち3粒ずつ播種することにより、皆伐・平面区のような発芽率が低い立地においても、苗木が欠損する場所を軽減することができる。

堅果を播種する場合、げっ歯類やノウサギ等による堅果の食害を受ける可能性がある（e.g. Shimada 2001、Sone et al. 2002）実際に、試験区の周辺に補植用に播種した場所では、ほとんど全てのイチイガシがウサギによる被害を受けていた（私信）。森林性のネズミ等による堅果の食害やノウサギによる被害は、ツリーシェルターにより防ぐことができたと思われる。しかし、70 cmを越えた個体の3割程度が、カモシカ等による葉の食害を受けていたので、防鹿柵等の設置による獣害対策が必要だと考えられた（図-8 (d)）。

（3）植栽による造成試験

植栽から2年経過後の生残率は高く（8割程度）、試験区間での違いは認められなかった（図-9 (a)）。つまり、植栽造林を実施する場合、環境の違いが生残率に大きく影響しないかもしれない。今回は、裸苗を用いた植栽だったので、今後、コンテナ苗等の活用により更に生残率を高めることができるかもしれない（cf. 岩井ら 2012）。2年間の成長量は、播種造林の場合と同様の傾向を示し、皆伐・

平面区で最も大きく、林内・平面区で最も小さかった（図-9 (c)）。つまり、植栽造林についても皆伐・平面区での造林を実施するのがよいだろう。

植栽時の樹高に着目すると、樹高が高いほど生残率は高くなるが、成長量は小さくなった（図-9 (b) (d)）。成長量は、植栽地を選ぶことにより高めることができるが（皆伐・平面区で高成長）、生残率は、植栽環境の影響を受けにくい可能性があるため、より大きな苗を植栽することが望ましいと思われる。

樹高70 cmを越えたイチイガシは、播種造林の場合と同様に一部の個体に獣害（葉の食害）が認められたので、同様の獣害対策が必要だと考えられた（図-9 (e)）。

（3）イチイガシ造林のための指針

まず、造林のための堅果（種子）の採集に関して述べる。堅果の採集は、豊作年のみに行い、なるべく堅果が落下した直後である11月下旬から12月上旬に行うのが望ましい。その年の結実量は堅果が落下する前（10月下旬頃）にフィールドスコープ等で目視により確認できる。なお、堅果の結実量は、豊凶に関わらず個体差が大きいので、多く種子をつける個体を母樹として選定しておくといいたいだろう。

次に播種造林と植栽造林を行う際の、それぞれの注意点や適地に関して述べる。播種造林では3粒ずつの堅果の播種、植栽造林ではより大きな苗を植栽することにより、非発芽や枯死による苗木の欠損を軽減することができるので、適切な密度管理を行うことができるようになると考えられた。また、造林方法に関わらず、日当たりがよく湿潤な環境が木材生産のための造林適地であると考えられた。ただ、どちらの造林方法を実施する場合においても獣害対策は必須である。

今回の調査結果は、あくまで初期の生育状況のみでしかないため、イチイガシの森林造成技術を

確立するためには、今後、更に生残・成長過程をモニタリングし、データ収集を継続することが重要だろう。

引用文献

橋詰隼人・尾崎栄一（1979）クヌギおよびコナラの果実の発達と成熟. 鳥大農研報 31:189-195

岩井有加・大塚和美・長谷川尚史（2012）スギコンテナ苗の形態的特徴と植栽後の成長. 現代林業 551 : 40-44.

片平篤行（2010）堅果類の豊凶調査とツキノワグマ出没への影響. 群馬県林試研報 15:16-38.

木村恵・山田浩雄・生方正俊（2015）コナラ属樹種における種子の長期保存に関する問題点. 森林遺伝育種 4 : 105-114

森 徳典（1998）コナラ属、コナラ亜属. 勝田 柁・森徳典・横山敏孝、日本の樹木種子広葉樹編、64-73. 林木育種協会、長野

中島寛文（2013）イチイガシ等南方系樹種の森林造成に関する研究. 愛知県森林セ報 50:42-43.

中島寛文（2014）イチイガシ等南方系樹種の森林造成に関する研究. 愛知県森林セ報 51:29-30.

長濱孝行（2004）鹿児島県におけるイチイガシ人工林の林分構造. 九州森林研究 57 : 94-98.

小野由紀子・菅沼孝之（1991）イチイガシの発芽および当年生実生の初期生長について. 日生態会誌 41 : 93-99.

R Development Core Team (2015) R: a language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.

Shimada, T. (2001) Hoarding behaviors of two wood mouse species: Different preference for acorns of two Fagaceae species. Ecol. Res. 16: 127-133.

Sone, K., Hiroi, S., Nagahama, D., Ohkubo, C.,

Nakao, E., Murao, S., and Hata, K. (2002) Hoarding of acorns by granivorous mice and its role in the population processes of *Pasania edulis* (Makino) Makino. Ecol. Res. 17: 553-564.

埜田宏（1989）広葉樹の人工林施業—イチイガシを例として. 林業技術 567 : 20-23.