

琉球大学学術リポジトリ

イタジイ林の更新：2.

イタジイ種子の発芽に及ぼす温度と貯蔵の影響(附属演習林)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新里, 孝和, 宮城, 繁夫, 田場, 和雄, 平田, 永二, 山盛, 直, Shinzato, Takakazu, Miyagi, Shigeo, Taba, Kazuo, Hirata, Eiji, Yamamori, Naoshi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3917

イ タ ジ イ 林 の 更 新

2. イタジイ種子の発芽に及ぼす温度と貯蔵の影響*

新里孝和**・宮城繁夫**・田場和雄**・
平田永二**・山盛 直**

Takakazu SHIHZATO, Shigeo MIYAGI, Kazuo TABA, Eiji HIRATA and Naoshi YAMAMORI : Regeneration of *Castanopsis sieboldii* forest. 2. Effects of temperature and storage on the germination of *C. sieboldii* seeds.

Summary

It has been reported that *Castanopsis sieboldii* seeds are directly sown after harvesting to produce nursery stock. The present paper reports some experimental results about the effect of temperature and seedbed on germination and longevity of the *C. sieboldii* seeds.

When the seeds of *C. sieboldii* were placed on filter paper in the petri dishes as a seedbed and kept at constant temperature of 23° and 25°C, the germination was 41 and 44% at the 12th week, respectively. The vigor of germination was rather weak at 10° and 15°C. The germination of the seeds was comparatively rapid in early weeks but became stagnant with the lapse of time at the temperature from 30° to 40°C. Diurnal temperature fluctuations did not show any effect on the germination of the *C. sieboldii* seeds.

The degree of germination was affected by the kind of the seedbed. The *C. sieboldii* seeds showed better germination in vermiculite and river sands than on the filter paper, and no significant difference was observed in the degree of germination among the seedbeds of vermiculite and river sands. However, the germination of the seeds was improved to 78% when the seeds were placed on two sheets of filter paper and covered with a sheet of filter paper.

The seeds of *C. sieboldii* were found to lose their viability within 30 days after collection when stored in the open laboratory, but found to keep viability to germinate up to 160 days when kept buried underground

* 本研究の一部は第24回沖縄生物学会で発表した。

** 琉球大学農学部附属演習林

琉球大学農学部学術報告 34 : 199 ~ 208 (1987)

at 10 cm depth. During the bury storage the seeds occurred to germinate one third and near 100% at the 80th and 100th day of storage, respectively. The germination also took place gradually when the seeds were stored at 5° and 10°C in a moist container. The non-germinating seeds in the moist container with the low temperature exhibited viability on the 75th day when tested in the germination chamber.

From the ecological point of view, the results obtained here are suggestive of a phase of regenerating pattern of *C. sieboldii*, namely the seeds which happen to be buried in the Ao horizon of the forest floor after falling from mother trees in the middle October to the end of November likely keep better germination viability during the winter season of 5° to 10°C and start full emergence as the season becomes warmer. In other words the *C. sieboldii* seeds on the forest floor may not be kept dormant until the following fall.

緒 言

樹木種子の発芽は、樹種によって発芽に要する日数に違いがみられる^{8, 13)}。多くの樹種で発芽までに1～2年、あるいは3年以上かかることがあるが^{1, 13)}、イタジイ及びブナ科の種子の多くは寿命が短く、発芽型は短期型に属し、落果後すぐ発根するものもあり、は種は通常とりまきを行う^{6, 7, 11, 13)}。

イタジイ種子は短期発芽型で、容易に発芽するせいか、発芽に関する研究がきわめて少ないようである。天然林の維持機構を解明するためには、構成樹種の更新特性、とくに更新初期段階の実生の定着様式を明らかにすることが必要であるが¹²⁾、その前段階としての発芽のし方もまた重要な事項である。林地に落下した種子は、発芽を終了するまでに乾燥、大雨、動物による食害など、各種の環境ストレスを受け、発芽に至らないものが非常に多いとされている⁴⁾。イタジイ種子は乾燥すると発芽率がきわめて低下するとされ^{11, 13)}、種子の形態から雨などによる流出、動物による食害など損失は大きいと思われる。このような更新に対して環境ストレスと種子の性質には深い関係があることがうかがわれる。

本調査は沖縄の森林群集の優占樹種であるイタジイの更新⁹⁾について、研究の一環をなすものであるが、ここでは種子の性質を知るために、実験室で行なった発芽の観察結果を報告する。

実験材料と方法

種子は与那演習林の周辺で、1984年11月12日、1985年10月18日、1986年10月27日に樹上着果および落下したのものから、新鮮で熟しているとみられるものを採取し、乾して殻斗を除き、10分くらい浸水後に沈下したものを材料に用いた。

発芽試験及び低温貯蔵には冷蔵ショーケースを改造した恒温恒湿器を使用した。照明はけいこう燈で、照度1100～1800 luxとした。直径150 mmのシャーレを発芽床とした。各処理区とも1シャーレに約50粒を置床し、乾燥しないように適宜水を注いだ。種子にカビがいたら、水洗してカビを除き、口紙を交換した。発芽種子は幼根が2 mm以上伸びたものとした。

結果と考察

1. 温度と発芽

シャーレに口紙を2枚しいて発芽床とし、座が少しつかれる程度に水を注いだ。温度処理は、5、10、15、20、23、25、30、35、40℃恒温の9区とし、各処理区とも3回くり返した。発芽試験器（改造冷蔵ショーケース）内は24時間明期にした。実験は1984年11月21日に開始した。

3個のシャーレの合計発芽数（計150粒）によって、各処理区の発芽経過を図1に示した。5℃区は

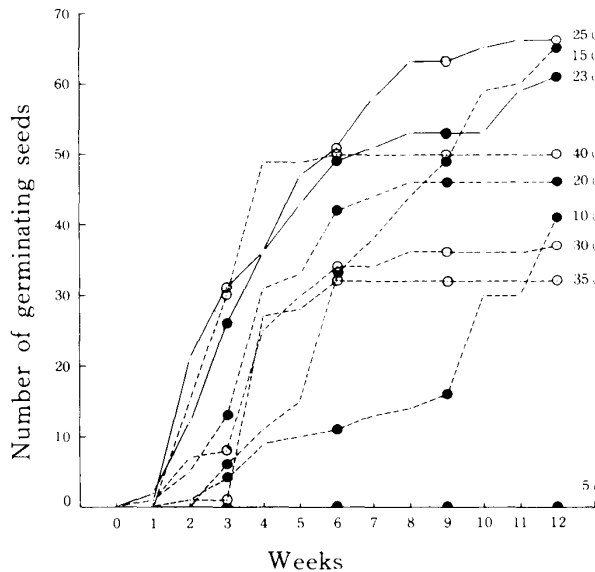


Fig. 1. Cumulative germination in various kinds of constant temperatures

全く発芽がみられず、10～15℃区は徐々に発芽していく傾向がある。20～25℃区は10～15℃区より発芽勢が強く、5～6週目までの発芽数が明らかに大きい。23℃区と25℃では、発芽数はいくぶん25℃区が多いが、発芽経過は同じ傾向を示しているようである。30～40℃区はさらに発芽の最高値に達する期間が短い傾向にあるが、4週目以後はほとんど発芽しない。発芽は本来種子の胚器官の伸長によるものである⁵⁾。生長は一面で物質代謝の結果であるから、一般に温度の上昇に伴って盛んになるがある程度上ると胚の生活物質が徐々に変性し、生長速度が遅くなり始めるように、30～40℃区が発芽経過に及ぼす同様な影響が考えられる。供試粒数に対する腐敗種子はほぼ温度の上昇に伴って多くなり、5～15℃区で約12～17%、20～25℃区で約39～47%、30～40℃区で約65～78%であった。

温度と発芽率について、表1に各処理区の12週目の発芽率、表2に発芽温度について分散分析の結果を示した。図1でも示したように、発芽率は15～25℃区で高く、5～10℃区と30～40℃区ではほぼ低いようで、23～25℃に発芽の最適温度があると思われる。これは発芽の最適温度が最低温度と最高温度の中央よりやや高いところにあることや¹⁰⁾、他の樹種とほとんど同様な一般的傾向^{2, 6, 8)}を示している。発芽

Table 1. Germination results under constant temperatures (°C) for 84 days after treatment

Incubating temperature	5	10	15	20	23	25	30	35	40
Germination percent	0	24	43	32	41	44	25	21	34

The seed bed used two bits of filter paper

Table 2. Variance for germination results under various temperatures in Table 1

Source	s. s.	d. f.	m. s.	F
Temperature	4675.85	8	584.48	4.759**
Error	2210.67	18	122.82	
Total	6886.52	26		

Table 3. Test of significant difference of average value for germination results in Table 1

Temperature (°C)	5	10	15	20	23	25	30	35
10	24.0	—	—	—	—	—	—	—
15	43.3**	19.3	—	—	—	—	—	—
20	32.0	8.0	11.3	—	—	—	—	—
23	41.3**	17.3	9.3	9.3	—	—	—	—
25	44.0**	20.0	0.7	12.0	2.7	—	—	—
30	24.7	0.7	18.6	7.3	16.6	19.3	—	—
35	21.3	2.7	21.7	10.7	20.0	22.7	3.4	—
40	34.0*	10.0	9.3	2.0	7.3	10.0	9.3	12.7

について温度処理間に有意差がみられるが、表3の各処理間の平均値の差の有意差検定で示すように、発芽率0%の5°C区と15°C区、23°C区、25°C区、40°C区間に有意差があるだけで、10°C以上の各処理区間に有意差はない。これらの結果から、イタジイ種子は発芽温度範囲が大きく、低温下では緩やかに発芽しながら、また高温下では急速に発芽することによって発芽適温の状況に近似していくものと考えられる。

発芽種子に及ぼす変温の影響については多くの報告があり、一般に変温処理は恒温処理より発芽を促進させる^{2,4,5,6,10}。イタジイ種子の発芽の変温効果を調べるため1985年10月19日に次の実験を行なった。発芽床は前回と同様である。温度処理は、30-25°C(30°C・明期10時間-25°C・暗期14時間;以下同じ)、30-20°C、25-20°C、25-15°C、20-15°C、20-10°C、15-10°C、25-25°C(恒温)、15-15°C(恒温)の9区とし、各処理区とも3回くり返した。

合計発芽数(各処理区とも供試粒数計150粒)によって各処理区の発芽経過を図2に示した。15-10°C

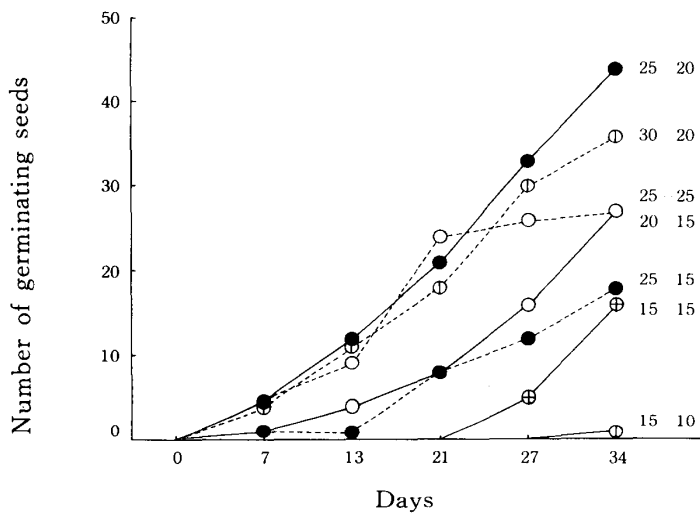


Fig. 2. Cumulative germination under diurnal temperature fluctuations

- 30-20 : 30°C - 10 hrs., 20°C - 14 hrs.
- 25-20 : 25°C - 10 hrs., 20°C - 14 hrs.
- 25-15 : 25°C - 10 hrs., 15°C - 14 hrs.
- 20-15 : 20°C - 10 hrs., 15°C - 14 hrs.
- 15-10 : 15°C - 10 hrs., 10°C - 14 hrs.
- 25-25 : 25°C, constant
- 15-15 : 15°C, constant

新里ほか：イタジイ林の更新 2

区はほとんど発芽せず，15-15℃区，20-15℃区，25-15℃区で発芽が遅れる傾向にある。25-25℃区，25-20℃区，30-20℃区の発芽勢は比較的強いようである。25-20℃区において，5週目の発芽数は前回の恒温処理の20℃区と25℃区の間であり，発芽経過もほぼそれらの中間値をたどる。変温が発芽促進をする原因はいろいろ考えられるが，休眠または発芽遅滞の原因が胚自身にある種子は一般に変温効果があり⁹⁾，逆にほとんど休眠せず短期発芽型のイタジイ種子発芽に及ぼす変温の影響は少ないことを示しているといえよう。

Table 4. Germination results under diurnal temperature fluctuations for 34 days after treatment

Incubating temperature	30 20	25 20	25 15	20 15	15 10	25 25	15 15
Germination percent	24.0	29.3	12.0	18.0	0.6	18.0	10.7

The seed bed used two bits of filter paper
Tempertures are shown in Fig. 2

Table 5. Variance for germination results under various temperatures in Table 4

Source	s. s.	d.f.	m. s.	F
Temperature	396.95	6	66.16	6.26 **
Error	148.00	14	10.57	
Total	544.95	20		

各処理区の5週目の発芽率を表4に，発芽温度についての分散分析の結果を表5に示した。発芽率は25-20℃区で最も高いが，これは変温効果より，図2の発芽経過からもわかるようにいずれかの温度の影響が大きいと思われる。また発芽について温度処理間に有意差がみられるが，表6の各処理間の平均値の差の有意差検定で示すように，ほとんど発芽のない15-10℃区と30-20℃区，25-20℃区間に有意差があるだけで，その他の処理区間に有意差はない。

Table 6. Test of significant difference of average value for germination results in Table 4

Temperature (°C)	30 20	25 20	25 15	20 15	15 10	25 25
25 - 20	2.7	—	—	—	—	—
25 - 15	6.0	8.7	—	—	—	—
20 - 15	3.0	5.7	3.0	—	—	—
15 - 10	11.7 **	14.4 **	5.7	8.7	—	—
25 - 25	3.0	5.7	3.0	0	8.7	—
15 - 15	6.7	9.4 *	0.7	3.7	5.0	3.7

2. 発芽床と温度

苗床には種したイタジイ種子の発芽率は高く，通常充実した種子をとりまきすると75~100%近い発芽率を示す^{7,11,13)}。前回の実験による発芽率は最高値で約44% (25℃恒温) にすぎず，きわめて低い結果にある。種子発芽に及ぼす外部条件はいろいろ考えられるが，発芽床の種類や状況 (水分など) の違い

によっても差がみられる^{1,4,5)}。次に発芽に及ぼす温度条件を再検討しながら、発芽床について調査した。

発芽床の種類は、バーミキュライトと川砂で、それに温度処理の15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C区(以上恒温)を組み合わせた。25°C区は別に口紙の発芽床を併用した。バーミキュライト発芽床は、別に25-20°C, 25-15°Cの変温処理区(方法は前回に同じ)を設けた。各処理区は2回くり返し実験した。発芽床はシャーレに、バーミキュライト400ccに水200ccを注ぎ、川砂は450ccに水100ccを注ぎ、種子を表面が見えるくらいに埋めてその上に口紙を1枚のせた。口紙の発芽床は、口紙2枚しいて種子を置き、その上に口紙を1枚のせた。処理は1986年11月13日に開始し、21日目の12月4日に終了した。

発芽床及び温度別の発芽率を表7に示した。発芽率は各処理区とも前回の実験より高く、両発芽床の

Table 7. Germination results in tow kinds of beds and under various temperatures for 21 days after treatment, showing the value about 100 seeds

Temperature (°C)	15	20	25	30	35
Seedbed					
Vermiculite	25	64	82	95	90
River sand	27	67	82	89	85

25~30°C区で80%以上得た。温度別にみると、発芽状況は両発芽床とも同様な傾向を示し、温度の上昇に伴って発芽率も高くなり、30°Cが最高値で35°Cになると低下してくる。最適温度は前回の23~25°Cと異なるが、これは温度による発芽勢の差によるもので、処理終了時の25°C区において未発芽種子のほとんどが健全であることや(各処理区とも50粒のうち1~8粒が虫害種子)、最後の1週間の発芽数が多いことなどから、処理期間を1週間くらい延長することによって30°C区に近似してくるのではないかと考えられる。

発芽床と温度について分散分析の結果を表8に示した。発芽は温度間で著しく有意差があるが、発芽

Table 8. Variance for germination results in Table 7

Source	s. s.	d. f.	m. s.	F
Temperature (A)	2888.7	4	722.18	61.72**
Seedbed (B)	1.8	1	1.80	0.15
A × B	16.7	4	4.17	0.36
Error	117.0	10	11.70	
Total	3024.2	19		

Table 9. Test of significant difference of average value for germination results in Table 7

Temperature (°C)	15	20	25	30
20	19.75**	—	—	—
25	28.00**	8.25*	—	—
30	33.00**	13.25**	5.00	—
35	30.75**	11.00**	2.75	2.25

新里ほか：イタジイ林の更新 2

床間に有意差はない。表 9 で温度処理区間の平均値の差の有意差検定をみると、15°C区と20°C区は他の高温区の全処理区と有意差があり、25°Cと30°C、35°Cの3処理区間には有意差がない。イタジイ種子の発芽にとって、20°C以下の温度は抑制または遅延させ、15°Cではさらにその働きが顕著になると思われる。

発芽床について口紙と他の処理区の発芽率は(表省略)、口紙78%、バーミキューライト、川砂とも82%で、処理間に差はないようである。口紙処理区の発芽率は前回よりかなり高くなっている。前回は口紙を2枚しいて種子を置床したが、今回は種子の上に口紙を1枚のせた。このことが、種皮上面の乾湿によるものか、あるいはイタジイ種子に暗発芽の性質があるのか、他に原因があるか明らかでない。

発芽に及ぼす変温の影響を再検討すると、表10~12のような結果を示した。発芽率は前回より高くな

Table 10. Germination results at constant and alternating temperatures for 21 days after treatment

Incubating temperature	15*	20*	25*	25 20	25 15
Germination percent	25	64	82	77	75

* : The data show the result obtained in Table 7

25-20 : 25°C -10hrs., 20°C -14hrs.

25-15 : 25°C -10hrs., 15°C -14hrs.

The seedbed used vermiculite

Table 11. Variance for germination results in Table 10

Source	s. s.	d. f.	m. s.	F
Temperature	1066.6	4	266.65	12.637**
Error	105.5	5	21.10	
Total	1172.1	9		

Table 12. Test of significant difference of average value for germination results in Table 10

Temperature (°C)	15	20	25	25 20
20	19.5*	—	—	—
25	28.5**	9.0	—	—
25-20	26.0*	6.5	2.5	—
25-15	25.0*	5.5	3.5	1.0

っているが、変温効果は前回同様発芽促進がみられない。むしろ変温処理区は25°C区よりいくぶん発芽率が低く、暗期の低温が抑制的に働く傾向にある。温度について処理区間に著しく有意差があるが、平均値の差の有意差検定によれば15°Cと他の全処理区間に有意差がみられるものの、20°C以上の恒温と変温の各処理区間に有意差はない。

3. 貯蔵と寿命

種子の発芽能力がどのくらいの期間存続するか、どのような条件下でそれが保生あるいは消失するかは、天然更新を考える上で重要なことである。貯蔵法として土中埋蔵と低温貯蔵によってこれらのこと

を調べた。

土中埋蔵は1処理区種子150粒づつ寒冷紗に包み、苗畑のハンノキ林下(砂質土壌)の深さ約10cmの土壌中に埋めた。埋蔵後盛土の上から乾燥防止のため適量灌水し、その後は取り出すまで自然状態に置いた。対照区として室内で風乾状態のものを置いた。1985年10月23日に貯蔵し、貯蔵期間は0, 30, 80, 100, 140, 160日の6処理区とした。各処理区とも貯蔵終了時に、発芽種子と明らかに虫害によって発芽不能とみられるものを除き、残りの未発芽種子は発芽試験器で発芽状況を調べた。貯蔵期間140日, 160日区は貯蔵終了時の未発芽種子のほとんどが腐敗していたので発芽試験を省略した。発芽試験は、温度25-20℃(処理方法は前回と同じ)、口紙を発芽床にし、試験期間23-28日とした。

低温貯蔵は5℃と10℃で、貯蔵期間15, 30, 40, 60, 75日の5処理区を1986年11月13日に開始した。保存方法は1処理区種子100粒づつ、まず湿らせたティッシュペーパー6枚で、さらにアルミフイル(遮光のため)、紙封筒、ビニールの順に包み込み、ビニールの口を輪ゴムで強くしめた。各処理区とも貯蔵終了時に、発芽種子を除き残りの未発芽種子は発芽試験器で発芽状況を調べた。発芽試験は、温度25-20℃、発芽床にパーミキュライトを使い、前回の発芽床別処理と同様な方法で行ない、試験期間21-23日とした。

土中埋蔵の結果を表13に示した。土中貯蔵した種子は、貯蔵期間30日区(以下30日区とする。他の処

Table 13. Influence of storage conditions on longevity, showing the value about 150 seeds

Storage conditions	Seed quality and behavior after days of storage					
	0	30	80	100	140	160
Bury under ground (depth 10 cm)	—	65.3 * 45-53(98)	78.0 101-16(117)	82.7 118-6(124)	83.3 125-non	83.3 125-non
Laboratory Open	29.3 ** 0-44(44)	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0

* : $\frac{\text{Percent of total germinations to storage seeds}}{\text{No. of germinating seeds when digged out - germinating seeds after transferred to the incubator (Total)}}$

** : The data show the result obtained in Table 4

理区も同様)ですでに多数貯蔵中に発芽していて、その数は貯蔵期間が増すごとに多くなる傾向にあり、80日区で貯蔵粒数の $\frac{1}{3}$ 以上、100日区以後ではほとんどが発芽している。また未発芽種子は発芽試験でよく発芽し、100日区でも発芽がみられ、140~160日区で健全種子が3~4粒みられた。室内貯蔵において30日区以上は全く発芽しなかった。

種子貯蔵は水分条件から乾燥貯蔵と保湿貯蔵があるが^{4,8)}、穀斗科種子は一般に湿気を必要とし乾燥すると発芽が著しく低下するとされている^{11,13)}。シイは短命種子に属し⁹⁾、また短期発芽型のため、適当な土中の温度と水分条件によって埋蔵中に発芽したのだろう。種子を害さない限り発芽に不利な条件は種子にとっては長命を保つ条件となるが⁵⁾、土中埋蔵160日区の未発芽種子にも健全種子があり、イタジイ種子の保生にはもっと別の光条件や温度、水分条件があるかもしれない。

低温貯蔵の結果を表14に示した。5℃貯蔵において、総発芽率(貯蔵中の発芽種子と発芽試験後の発芽種子をくわえたもの、表中分数の分子の値)は15~75日区間に明確な差はないようである。貯蔵期間が長くなるにつれて、貯蔵期間中の発芽種子は増大する傾向にあるが、未発芽種子は75日区でもほとん

Table 14. Influence of storage at low temperature on longevity, showing the value about 100 seeds

Storage temperature	Seed quality and behavior after days of storage				
	15	30	40	60	75
5 °C	69*	69	76	67	78
	0 - 69	1 - 68	3 - 73	13 - 54	7 - 71
10 °C	63	93	87	79	84
	0 - 63	14 - 79	8 - 79	29 - 50	22 - 62

* : $\frac{\text{Germination percent to the storage seeds}}{\text{No. of germinating seeds at the end of storing} - \text{No. of seeds germinated after sowing, treated the non-germinating seeds while storing}}$

ど発芽力を失っていない。虫害種子を除いて全処理区で腐敗種子は非常に少ない。10°C貯蔵において、総発芽率は15日区で低いが、他は高く処理区間に大差はないようである。貯蔵期間中の発芽種子は5°C貯蔵より多く、貯蔵期間の長さに伴って増大する傾向や種子の発芽力の状況は5°C貯蔵とほぼ同様である。樹木種子は低温でかなり長期間貯蔵できるものが多いが^{2),6)}、イタジイ種子も風乾貯蔵や深さ10cm程度の土中埋蔵より、5~10°C低温貯蔵で保生が良好のようである。低温湿層処理は、穀斗科種子で80%の関係湿度がよいとされ⁵⁾、多くの樹木種子で発芽促進効果があるが³⁾、今回のイタジイ種子では明らかでない。

以上の実験結果から、イタジイ種子は10月中旬から11月中~下旬頃に落下し、10~15°C以下の冬季の間ゆっくり発芽が進み、置床期間の長きや温度の上昇に伴って発芽が増大していけらる。5~10°Cの温度は保生が可能で、自然条件下の温度は日々変動するが、冬季間イタジイ種子の保生をある程度可能にしているかもしれない。しかしながら、種子が何らかの働きで土中に埋もれたとしても長期の保生は無理と思われる。また水分条件などから発芽床として堅い裸地よりA₀層の存在する林内が種子発芽にとってより有効だろう。したがってイタジイ種子の消長は比較的短期間でくり返されているものと推察される。

摘 要

イタジイ種子の発芽については、苗木増殖に関していくつかの報告がある。ここでは天然更新の面から、発芽に及ぼす温度や発芽床、貯蔵について実験を行なった。

1. 発芽の最適温度は23~25°Cで、それ以下では発芽勢が弱くゆっくり発芽し、またそれ以上の温度では急速に発芽する傾向がみられた。
2. 変温による発芽促進の効果は明らかでなかった。
3. 発芽床は口紙をしいただけのものよりパーミキュライトと川砂での発芽率が著しく高かった。しかし口紙発芽床でも置床した種子の上に口紙をのせると発芽率は増大した。
4. 風乾貯蔵は発芽の低下が著しく、土中埋蔵は貯蔵中に発芽する種子が多かった。
5. 5~10°Cの低温貯蔵は貯蔵期間の長さに伴って発芽種子が増大する傾向にあるが、未発芽種子の保生は良好であった。

6. 温度, 貯蔵, 発芽床からイタジイ種子の性質について考察し, 自然条件下におけるイタジイ種子の消長は毎年短期間にくり返されるのではないかとした。

引用文献

1. 浅川澄彦 1956 ヤチダモのタネの発芽遅延についての研究(第1報)これまでの研究のあらましとトネリコ属植物のタネの比較観察, 農林省林業試験場研究報告, **83**:1-18
2. ———・勝田 柁・横山敏孝 1981 日本の林木種子(針葉樹編), 1-150, 林木育種協会, 東京
3. 畑野健一 1967 林木種子の冷処理(湿層処理)とその生理学的意義, 日本林学会誌, **49**:444-447
4. Kozlowski, T. T. 1971 Growth and development of trees I, 41-93, New York, Academic Press
5. 中山 包 1973 発芽生理学, 3-309, 内田老鶴圃新社, 東京
6. ——— 1973 農林種子の発芽, 3-285, 内田老鶴圃新社, 東京
7. 沖縄県農林水産部 1981 沖縄有用樹木要覧
8. 佐藤敬二・他8名 1969 造林学, 53-71, 朝倉書店, 東京
9. 新里孝和・田場和雄・平田永二・山盛 直 1986 イタジイ林の更新1. 天然林の階層構造と年齢構造, **33**:245-256
10. 田口亮平 1962 作物生理学, 5-80, 養賢堂, 東京
11. 竹内虎太郎 1975 緑化用樹木の実生繁殖法, 15-213, 創文, 東京
12. 山本進一 1986 樹木実生の定着様式, 森林文化研究, **7**:49-56
13. 山中寅文 1975 樹木の实生と育て方, 2-256, 誠文堂新光社, 東京