

ブナ科4樹種のタネの発芽特性

橋詰隼人*・相川敏朗**

昭和52年8月31日受付

Characteristics of Seed Germination in Four *Fagaceae* Species

Hayato HASHIZUME* and Toshiro AIKAWA**

Seed germination in four *Fagaceae* species was studied in this experiment.

The optimum temperature of seed germination was 20~25°C in *Quercus serrata*, 25°C in *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, and 30°C in *Q. glauca* and *Q. acuta*, respectively. The minimum temperature of seed germination was 5°C in *Q. serrata* and 10~15°C in the other species.

The growth of radicles occurred at above 5°C in *Q. serrata* and at above 15°C in the other species, while the growth of epicotyls began at above 15°C in all species. The optimum temperature for the growth of radicles and epicotyls was 25~30°C in all species.

It was proved that *Q. serrata* acorns which germinate in fall were lower in the minimum temperature of seed germination and shorter in the number of days to the onset of germination, as compared with Subgenus *Cyclobalanopsis* species acorns which germinate in spring.

When desiccated at 25°C, seed germinability was lost after 30 days in *Q. serrata* and after 35 days in *Q. glauca* and *C. cuspidata* var. *sieboldii*. The critical embryo moisture content for survival was 15~20% for *Q. serrata* and *Q. glauca*, and 20~25% for *C. cuspidata* var. *sieboldii* on a wet weight basis.

緒 言

我が国産のブナ科の樹種は亜熱帯から冷温帯まで広く分布し、林業上重要な種類が多い。ブナ科の樹種には、シイ類やカシ類など主として暖温帯に分布し常緑広葉樹林を形成するものと、ブナやミズナラなど冷温帯に分布し落葉広葉樹林を形成するものがある。これらの樹種はこれまで主として薪炭材として利用されてきたが、近年燃料革命によってその需要が急減し、それともなつて人工造林の可能な森林は次々に伐採されてより経済性の高いスギやヒノキなどの針葉林に改植されてきた。その結果、ブナ、クヌギ、コナラなど有用広葉樹の蓄積は近年急激に減少し、ブナ材やシイタケ原木の不足が社

会問題になっている。広葉樹林は一般に用材生産の立場からみれば経済性が劣るといわれているが、森林の公益的機能の面からその重要性が最近再評価されており、またシイタケ原木や緑化樹など新たな需要も年々増加しており、広葉樹の再開発利用については我々はもっと研究する必要があると思う。

本研究は広葉樹造林の基礎研究として行ったものである。広葉樹のタネの発芽に関する研究は非常に少なく不明な点が多いが、最近Goo²⁾は多くの広葉樹のタネの発芽特性を調べ、またTamori⁷⁾はブナ科コナラ属のタネの含水量と発芽力との関係の研究に興味ある結果を報告している。ブナ科の樹種は前述のように日本列島の最南端から北海道まで分布し、南方に分布するものと北方に分布

* 鳥取大学農学部林学科造林学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

** 山口県岩国林業事務所

Iwakuni District Forest Office, Yamaguchi Prefecture

するものとはタネの発芽特性がかなり異なり、森林生態学的にみて興味ある結果がえられたので報告する。本研究に際し、実験を手伝っていただいた本学造林学研究室研究生真部 剛君（現在東京都勤務）に感謝の意を表す。

材料と方法

1. 供試材料

供試材料はコナラ (*Quercus serrata*)、アラカシ(*Q. glauca*)、アカガシ(*Q. acuta*)およびスタジイ(*Castanopsis cuspidata var. sieboldii*)の4樹種である。コナラは1974年10月中旬に鳥取大学農学部蒜山演習林内で地上に落下したものを拾い集め、1~2昼夜水選して不良種子を除き、優良種子をほぼ等量の乾砂と混合してポリエチレンの袋に入れ、0~5℃の冷蔵庫に貯蔵した。アラカシは同年10月下旬に、アカガシは11月下旬に、スタジイは10月下旬~12月下旬にいずれも鳥取市内の神叢林で地上に落下したものを採集し、コナラと同様に処理して低温貯蔵した。

2. 発芽試験

5℃から40℃まで温度を変えてタネの発芽と芽生えの生長におよぼす温度の影響を調べた。供試粒数は、1回に15~25粒使用し、2回実験をくり返した。直径12cmのシャーレに湿ったビートモスを入れて発芽床とし、これにタネをまき付けた。発芽試験は30日でしめ切った。幼根が外部に現れたものを発芽とみなした。幼根および上胚軸の伸長測定は最初に発芽した10粒について行い、隔日に伸長量を測定した。発芽試験は約4か月低温処理し

て休眠を破ってから（翌年の2月から3月に）実施した。

3. タネの活力消失試験

保湿低温貯蔵したタネを1月下旬にとり出して紙袋に入れ、25℃の恒温器内に放置した。5日間隔で55粒ずつとり出し、50粒を発芽試験に、5粒を含水量の測定に用いた。発芽試験は前述の方法で行い、1回に25粒使用し2回くり返した。25℃で30日間発芽させた。含水量の測定は、果皮および種皮を除き内部の胚（子葉、幼芽、幼根を含む）をとり出して秤量びんに入れ、100℃で24時間乾燥して含水率を求めた。

結 果

1. タネの発芽と温度との関係

タネの発芽と温度との関係は Table 1, 2 の通りであ

Table 2 Effect of temperature on seed germination and seedling growth

Species	Germination temperature			Optimum temperature for radicle growth	Optimum temperature for epicotyl growth
	Minimum	Optimum	Maximum		
<i>Q. serrata</i>	< 5 °C	20~25 °C	> 40 °C	25~30 °C	25~30 °C
<i>Q. glauca</i>	10~15	30	40	25~30	25~30
<i>Q. acuta</i>	15	30	35	25~30	25~30
<i>C. cuspidata var. sieboldii</i>	10~15	25	40	25~30	25~30

Table 1 The relation between natural distribution of species and germination temperature of seeds

Species	Natural distribution		Germination percentage (%)							
	North latitude	Climatic zone*	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
コナラ <i>Quercus serrata</i>	30.7~43.1°	w. -t. to c. t.	7.5	75.0	72.5	90.0	85.0	60.0	32.5	26.0
アラカシ <i>Quercus glauca</i>	24.2~37.2	s. t. to w. -t.	0	0	23.3	70.0	53.3	76.7	46.7	6.7
アカガシ <i>Quercus acuta</i>	30.2~38.3	w. -t.	0	0	2.0	10.0	36.7	43.3	0	0
スタジイ <i>Castanopsis cuspidata var. sieboldii</i>	24.2~38.1	s. t. to w. -t.	0	0	34.0	66.0	86.0	72.0	66.0	2.0

*Remarks s. t. : subtropical zone ; w. -t. : warm-temperate zone ; c. t. : cool temperate zone

る。樹種によって発芽温度が異なり、最適温度はコナラが20~25℃、アラカシ、アカガシは30℃、スタジイは25℃であった。最低温度はコナラが5℃以下（おそらく0~5℃）、カシ、シイ類は10~15℃であった。最高温度はコナラが40℃以上、アラカシ、スタジイは40℃、アカガシは35℃付近であった。すなわち、コナラはカシ類やスタジイに比べてタネの発芽の最適温度および最低温度が低く、かつ発芽温度の幅が広いようであった。またアカガシは他の樹種に比べてタネの発芽温度の幅が狭いようであった。

次にまき付けから発芽開始までの所要日数についてみると (Fig. 1), コナラは最低4日、スタジイは6日、

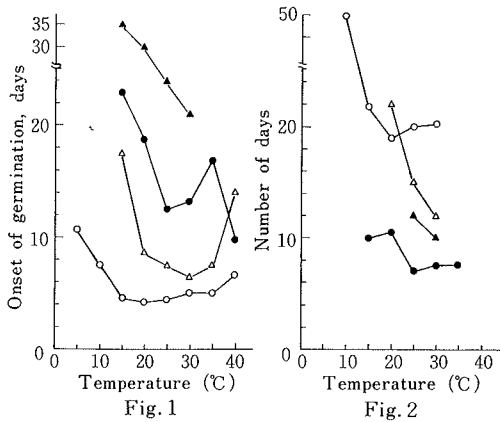


Fig. 1 The relation between temperature and onset of germination (number of days from sowing to start of germination).

Fig. 2 The relation between temperature and number of days required from onset of germination to start of growth of epicotyls.
○ *Q. serrata* ● *Q. glauca* ▲ *Q. acuta*
△ *C. cuspidata* var. *sieboldii*

アラカシは10日、アカガシは21日を要した。すなわち、発芽所要日数はコナラが最も短く、アカガシが最も長く、アラカシは両者の中間である。発芽所要日数は温度が低いほど長く、最適温度で最も短く、高温で再び長くなる。

2. 幼根、幼芽の生長と温度との関係

ブナ科のタネの発芽型式には2型ある。一つはブナのようにタネが発芽すると下胚軸が伸長して子葉が地上に現れるもので、これを地上子葉型発芽 (epigeous germination) という。しかし、ナラ、カシ、シイの類は、タネが発芽するとまず幼根が伸長して地中深く侵入し、しばらくしてから子葉と幼根との間の下胚軸の部分が縦に割れて幼芽 (上胚軸) が伸長して地上に現れ、ついで

初生葉、尋常葉が分化する。したがって、タネを地下に播いたとき子葉は地中に残ることになり、この発芽型式を地下子葉型発芽 (hypogeous germination) と呼んでいる。同じ科の中でも樹種によって発芽の型式が異なる。

ブナ科4樹種のタネの発芽開始すなわち幼根の発生から幼芽 (上胚軸) の伸長開始までの所要日数についてみると (Fig. 2), アラカシが最も早く、7日で上胚軸が伸長を始めたが、コナラは上胚軸伸長開始まで20日を要した。スタジイの所要日数は12日で、アラカシとコナラの中間であった。発芽開始から幼芽伸長開始までの所要日数は、前述 (Fig. 1) のまき付けから発芽開始までの所要日数とは逆の傾向がみられた。すなわち、コナラはまき付け後短期間に幼根が発生するが、その後上胚軸が伸長を始めるまでの期間はカシ類よりも長かった。これに反して、カシ類は幼根発生まで長期間を要したが、幼根発生後は短期間に上胚軸が伸長を始めた。

幼根の伸長と温度との関係は Fig. 3~5 の通りで、コナラは5℃以上で、カシ・シイ類は15℃以上で幼根が伸長したが、コナラは25~30℃で、アラカシ、スタジイは30℃で最も伸長がよかった。一般に温度が低くなるに従って伸長が悪くなった。また温度が高すぎても伸長が悪く、35℃では根腐れするものがあった。

上胚軸の伸長と温度との関係についてみると (Fig. 6),

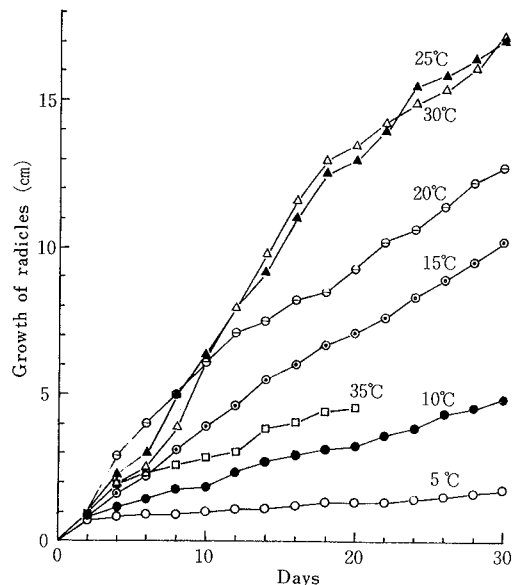


Fig. 3 Effect of temperature on the growth of radicles of *Q. serrata*.

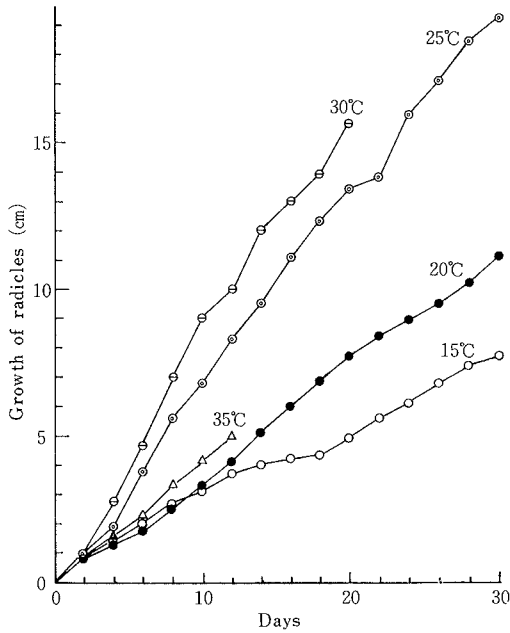


Fig. 4 Effect of temperature on the growth of radicles of *Q. glauca*.

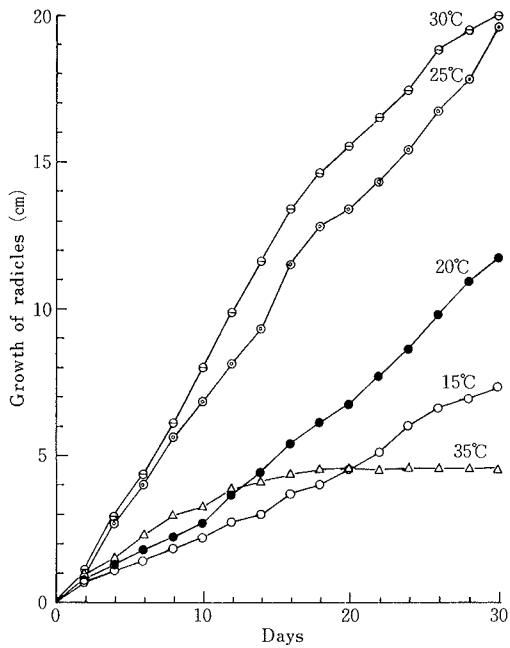


Fig. 5 Effect of temperature on the growth of radicles of *C. cuspidata var. sieboldii*.

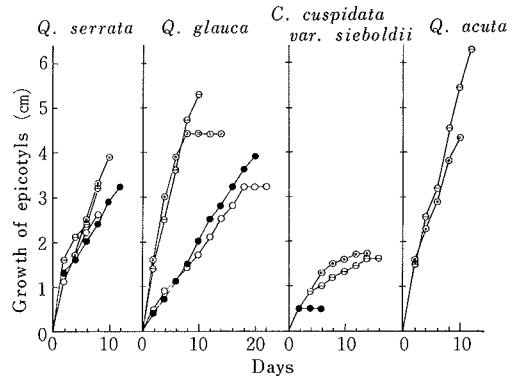


Fig. 6 Effect of temperature on the growth of epicotyls.

○ 15°C ● 20°C ⊙ 25°C ⊖ 30°C

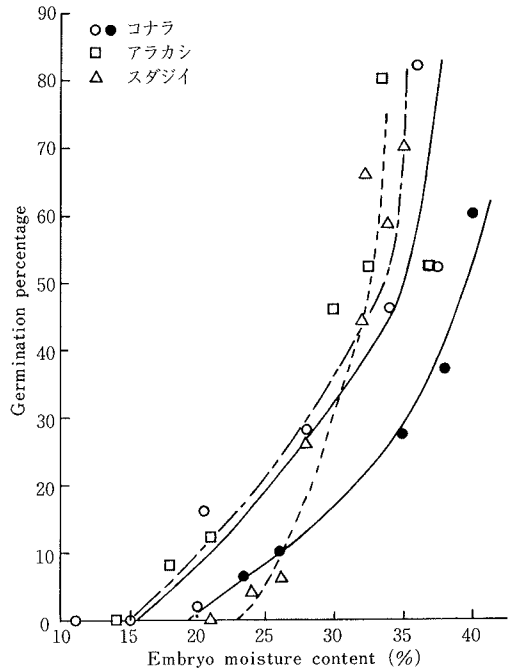


Fig. 7 The relation between moisture content of embryos on wet-weight basis and germination of acorns in *Fagaceae* species.

○—○ *Q. serrata*(No.1)
 ●—● *Q. serrata*(No.2)
 □—□ *Q. glauca*
 △—△ *C. cuspidata var. sieboldii*

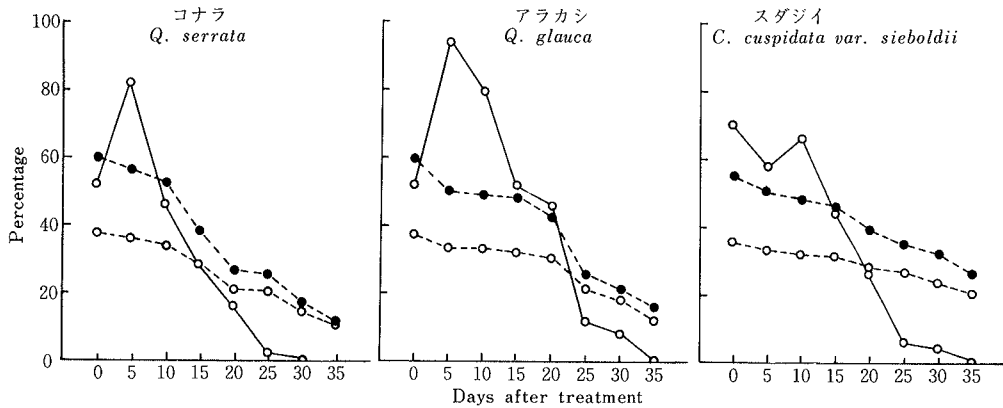


Fig. 8 Changes in moisture content of embryos and germination percentage of acorns in *Fagaceae* species when desiccated at 25°C.

○——○ Germination percentage
○---○ Moisture content on wet-weight basis (%)
●---● Moisture content on dry-weight basis (%)

各樹種とも上胚軸の伸長は25~30℃でよく、20℃以下ではよくなかった。しかし、樹種によって傾向が多少異なり、コナラでは25~30℃と15~20℃における伸長量の差が少なかったが、アラカシ、スタジイでは25~30℃と15~20℃の間の伸長量の差がやや顕著であった。上胚軸の伸長と温度との関係は樹種によって多少異なるようであった。

3. タネの含水量と発芽との関係

ブナ、ナラ、シイなどブナ科の種子は乾燥すると発芽力が低下するので、取り播きするが湿潤状態で貯蔵しなければならない。コナラ、アラカシ、スタジイについて、タネ(胚)の含水量と発芽力との関係を調べた結果はFig. 7~8の如くである。3樹種とも胚の含水率が低下するに従って発芽率が低下した。タネが発芽力を失ったときの胚の含水率は生重パーセントでコナラ、アラカシが15~20%、スタジイが20~25%、乾重パーセントで前者が約20%、後者が約30%であった。60%の発芽水準における胚の含水率は、生重パーセントでスタジイが33%アラカシが34%、コナラが36~41%であった。スタジイはコナラ、アラカシに比べて胚の含水率の低下にともなう発芽率の低下が急激であった。25℃で乾燥させたとき、各樹種とも最初の10日間は発芽率が高いが、その後急激に発芽率が低下し、コナラのタネは30日で、アラカシとスタジイのタネは35日で発芽力がなくなった。以上のようにブナ科の種子は乾燥すると急速に発芽力を失うので、タネを貯蔵する際には乾燥させないように十分注意する必要がある。

考 察

本研究の結果によるとブナ科のタネの発芽温度は樹種によって異なり、コナラはシイ・カシ類に比べて発芽の最適温度と最低温度が低く、最高温度は逆にやや高い傾向がみられた。タネの発芽温度は樹種の天然分布と密接な関係があり、一般に南方系の樹木のタネは北方系のものよりも発芽の最低温度が高いといわれている。北方系のもは4.5℃以下になっても発芽の過程は進行するが(例えばブナは0~5℃で発芽する)³⁾、南方系のもは10~15℃以下になるとほとんど進行しないという⁸⁾。シイ・カシ類は照葉樹林の代表的樹種で、わが国では亜熱帯から暖温帯まで分布している。一方コナラは暖温帯落葉樹林の主要樹種で、暖温帯から冷温帯下部まで分布し、シイ・カシ類よりも低温の地域に生育している。コナラのタネは5℃で発芽するが、スタジイ、アラカシなどのタネは10℃以下では発芽しない。コナラのタネの発芽温度がシイ・カシ類よりも低いことはこれらの樹種の天然分布の関係とよく一致している。しかし、コナラのタネは40℃以上でも発芽可能で、発芽温度の幅がシイ・カシ類よりも広く、温度に対する適応性が大きいように思われる。

ブナ科のタネは、秋に成熟して落下後直ちに発芽するものと翌春発芽するものがある。⁶⁾コナラ、ミズナラなどナラ類のタネは落下後数日で発芽し、幼根が地中に侵入してタネは林地に定着する。そして翌春幼芽が伸長して地上に現れる。一方カシ類のタネは成熟時に休眠状態

にあり、林地に落下したタネは翌春発芽する。前述の通りタネの発芽、幼根、幼芽の伸長に対する温度条件は樹種によって異なり、コナラは10℃以下でも幼根が伸長するが、幼芽は15℃以上にならないと伸長しない。シイ・カシ類は15℃以上にならないと幼根も幼芽も伸長しない。ナラのタネが秋に落下して発芽し、幼根は伸長するが幼芽が伸長しないのは、幼根と幼芽の発育温度が異なるためであると思われる。このように樹種によってタネの発芽や芽生えの発育の習性が異なることは生態学的にみて興味あることである。

樹木の種子は乾燥状態で貯蔵すると長期間生命を維持するものと、乾燥すると急速に発芽力を失うものがある。ブナ科の樹種は後者に属し、近藤ら⁵⁻⁶⁾はクスギヤカシなどブナ科の種子の貯蔵には乾燥が有害で、大気の関係湿度80%、温度0~5℃で貯蔵するのが最もよいと報告している。また古里¹⁾はコルクガシで乾燥によってタネの発芽率が低下することを認めている。Tamari⁷⁾はコナラ属のタネの生存と含水量との関係を調査し、タネが生命を維持するために必要な臨界含水率は樹種によって異なり、コナラ亜属がアカガシ亜属よりも高いことを報告している。すなわち、60%の発芽水準におけるタネの含水率はコナラが42%、アラカシが35%である。本研究の結果によると、60%の発芽水準における胚の含水率はコナラが36~41%、アラカシが34%、スタジイが33%で、Tamariの結果と大体一致した。しかし、タネが死滅する臨界含水率はTamariの結果と多少異なる。タネの含水率と発芽力との関係は生理学的に不明な点が多く今後の研究に待たなければならない。

総 括

ブナ科4樹種のタネの発芽と稚苗の生育について研究し、次の結果をえた。

1. タネの発芽の最適温度は、コナラが20~25℃、スタジイが25℃、アラカシ、アカガシが30℃であった。最

低温度は、コナラが5℃、カシ・シイ類は10~15℃であった。

2. 幼根の生長はコナラでは5℃以上で、カシ・シイ類では15℃以上でみられた。幼芽の生長は各樹種とも15℃以上でみられた。幼根および幼芽の生長に対する最適温度は各樹種とも25~30℃であった。

3. 秋落果後直ちに発芽するコナラは翌春発芽するカシ類に比べてタネの発芽の最低温度が低く、タネが発芽するまでの所要日数が短かった。しかし、幼芽の生長開始までの所要日数は逆に長かった。

4. 25℃で乾燥させたとき、コナラのタネは30日で、アラカシとスタジイのタネは35日で発芽力を失った。発芽力がなくなったときの胚の含水率は、生重パーセントでコナラ、アラカシが15~20%、スタジイが20~25%であった。60%の発芽水準における胚の含水率は、生重パーセントでスタジイが33%、アラカシが34%、コナラが36~41%であった。

文 献

- 1) 古里和夫：生研時報， 7 108 (1955)
- 2) Goo, M. : *Proc. 2nd Internatl. Symp. IUFRO S2. 01. 06.* (1976) pp. 81~87
- 3) 橋詰隼人・山本進一：日林関西支部講集， 25 105 (1974)
- 4) 近藤万太郎・高橋隆平・寺坂侑視：農学研究， 32 283 (1941)
- 5) 近藤万太郎・笠原安夫：農学研究， 36 521 (1944)
- 6) 中山寅文：植木の実生と育て方，誠文堂新光社，東京 (1975) p. 34
- 7) Tamari, C. : *Proc. 2nd. Internatl. Symp. IUFRO S2. 01. 06.* (1976) pp. 155~162
- 8) 塚本洋太郎ほか：緑化産業データ・ブック，フジ・インターナショナルKK. 東京 (1975) p. 76