

ヤチダモのタネの発芽遅延についての研究 (第2報)

ヤチダモのタネの前発芽について

——トネリコ属植物のタネの胚の生理学的性質——

浅 川 澄 彦⁽¹⁾

トネリコ属植物のタネにみられるいちじるしい発芽遅延が研究されるようになったのははじめのころ、LAKON (1911)⁷⁾ がオウシウヤチダモ (*F. excelsior*) のタネが未熟な胚をもっていることをはじめて——すくなくとも筆者のしるかぎりで——あきらかにしてから、この問題を取りあげたおおくの研究者たちの努力は、この未熟な胚の生理学的な性質をあきらかにすることにむけられてきた。それにもかかわらず、まだ十分に研究されつくしていない現状において、第1報¹⁾ で報告したわがくにこの属の植物のタネのあいだにみられる発芽のシカタのいちじるしいチガイと関連して、筆者もこれについていくつかのココロミをくわだてた。

LAKON (1911) はオウシウヤチダモで、STEINBAUER (1937)⁹⁾ はアメリカヤチダモ (*F. nigra*) で、未熟な胚はよい条件をあたえてやればタネのなかで成長することにきがつき、この成長がこれらのタネの発芽への準備の重要な第一段階であるらしいとかんがえた。LAKON はこの現象を前発芽 (Vorkeimung) とよび、これが発芽と本質的におなじ現象であり、ほかの植物のタネにみられる後熟に対応する時期であるとかんがえた。筆者が第1報でのべたように、ヤチダモはこれらの2つの種とおなじ *Bumelioides* 亜節にぞくしており、ほとんどおなじような現象がヤチダモのタネの胚についてもみられることがわかった。しかし、これまでのわがくにの研究者たちは、この事実についてなにも報告していないので、この報告ではヤチダモのタネの前発芽の性質をあきらかにするためにくわだてられた二、三の実験の結果を報告する。

1. 材 料

この実験にもちいられた材料は、第1報にもちいられたものとおなじである。

2. 前 発 芽

ヤチダモのみのつたタネが十分に成長していない胚をもっていることはすでに第1報 (6頁) にのべたが、後熟をおわつたタネの胚とどのようにちがうかを Fig. 1 にしめす。この図でわかるように、オヤ木からとつたばかりのみのつたタネの胚はオオキサもちいさいし、ことに子葉の形が不完全であるようにみえる。この未熟な胚は適当な条件におかれるとゆつくり成長 (すなわち、前発芽) をはじめる——すくなくともこれまでに筆者がこころみた方法ではきわめてゆつくりとしか成長させることができなかった。

(1) 造林部造林科種子研究室員

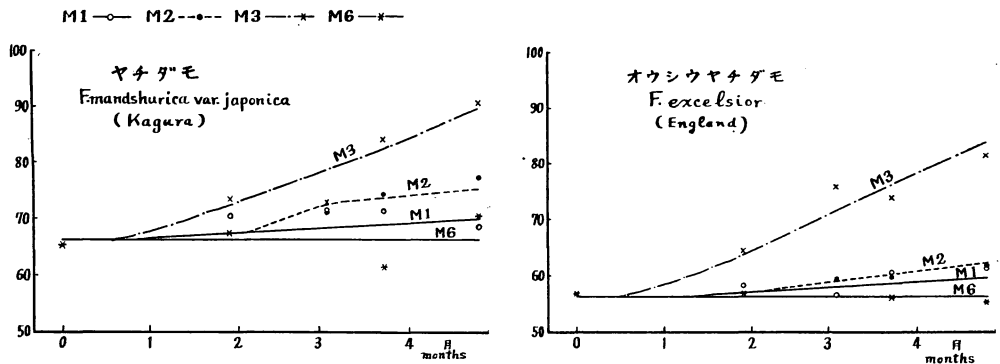


Fig. 3 Fig. 2 にしめされる前処理のあいだの胚の成長

Enlargement of embryo under various conditions shown by Fig. 2.

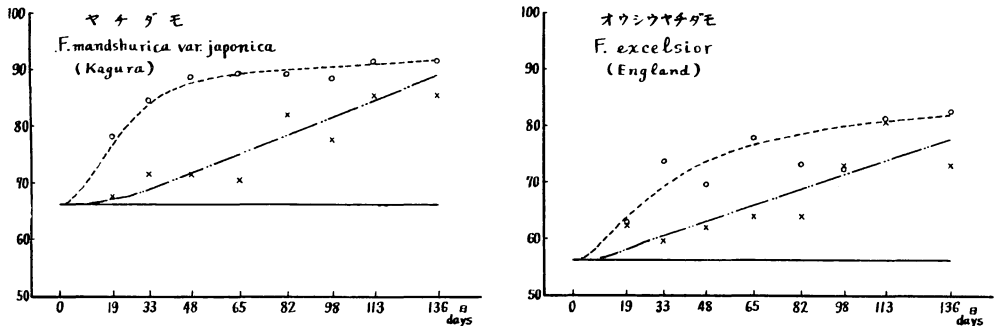
Ordinates: embryo ratio (Embryo length/seed length $\times$ 100). Abscissae: Time in months from the beginning of pretreatment.

Fig. 4 25°C. (4.5カ月) におかれた果皮をとったタネと果皮をつけたままのタネの胚の成長

Enlargement of embryo during stratifying at 25°C under moist condition.

Abscissae: Time in days. Solid line: Seeds kept under dry condition. Dotted line: Stratified seeds without pericarps. Other line: Those with pericarps.

て、果皮に発芽阻害物質がふくまれているというカンガエカタ^{*1}——第3報にくわしくのべる——を提出した。この原因をのぞく一つのココロミとしてこの実験がくだてられた。ヤチダモ (水上産) のタネをガーゼの袋にいれ、うえからつりさげて水道のコツクのしたにおいたピーカーのなかにはいるようにし、このピーカーのなかの水がたえずいかわるように装置して、1954年3月5日から23日まで

18日間水道をだしっぱなしにした。23日にこのタネを3つにわけ、1つはこのあともおなじように流水につけた。のこりの2つのうち1つは果皮をとり、ほかのは果皮をつけたまま (i) とおなじように水ゴケにつつんで 25°C におき、3区の胚の成長

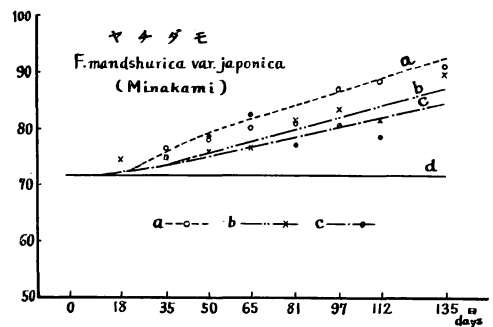


Fig. 5 いろいろな条件におかれたタネの胚の成長
Enlargement of embryo under various conditions.
a and b: Kept at 25°C without and with pericarps, respectively, after soaking in running tap water for 18 days.
c: Soaked in running tap water through this experiment. d: Kept under dry condition.

^{*1} 日林誌 36 (6). p. 153~159. (1954), 37 (1). p. 1~5. (1955) に発表した。

をあとづけた結果が Fig. 5 にしめされる。

2. 土中埋蔵されたタネの胚長比

土中埋蔵が発芽促進におよぼすキキメについて追試した結果は第 1 報にのべたが、このように土中埋蔵されたタネが、ほりだされたとき、どのくらいの胚長比をもっているかをしらべた。オヤ木別の値は、

オヤ木 (1) 91.9 ± 4.7 , オヤ木 (2) 93.2 ± 4.7 , オヤ木 (3) 93.7 ± 5.1

であるが、おなじ場所をよくみのつてからとられ、ずつとかわいた状態で保存されたタネの胚長比 71.5 ± 5.3 とくらべてあきらかに増加していることがわかる。すなわち、土中埋蔵されているあいだに胚は成長していたのである。もつとも、このあいだの胚の成長のシカタもまちまちであるらしく、うえにのしたバラツキの幅がしめしているように、おなじオヤ木についてみても胚長比のフレはかなりおおきい。さらにこれらのタネを苗畑にまきつけて、一度目の春の発芽がおわつたところ (6 月 9 日) 発芽しなかつたタネをほりだして胚長比をもとめたところ、

オヤ木 (1) 90.2 ± 7.8 , オヤ木 (3) 92.8 ± 3.6

のような値をしめた。

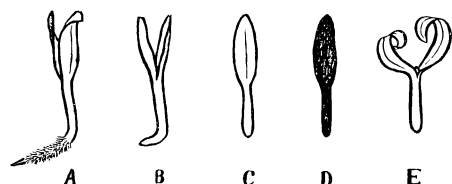


Fig. 6 タネからとりだした胚の成長の段階
Process of development of excised embryos.

3. トネリコ属植物のタネからとりだした胚の性質^{*1}

FLEMION は、休眠しているタネの発芽力を推定する方法として、タネからとりだした胚をペトリ皿のなかにしいたしめらした瀟紙のうえにおいて、これらの胚が一定の期間にしめす成長をしらべる方法を確立した⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

この方法は休眠のふかいタネばかりでなく、林木のタネ

Table 1. トネリコ属植物のタネからとりだした胚の性質
第 6 図にしめた “A” の数の増加でしめす
Behavior of excised embryos of various species in *Fraxinus*;
an increase of the number of “A” shown in Fig. 6.

種 名 Species	試験をはじめてからの日数 Days from the beginning of tests									
	2	4	5	7	14	16	18	22	25	30
アラゲアオダモ <i>F. Sieboldiana</i> var. <i>pubescens</i>	0	33	50	—	—	—	—	—	—	—
トネリコ <i>F. japonica</i>	0	35	47	—	—	—	—	—	—	—
シオジ <i>F. Spaethiana</i>	0	50	—	—	—	—	—	—	—	—
ヤチダモ <i>F. mandshurica</i> var. <i>japonica</i> (Mina'kami)	0	0	0	0	2	2	7	22	32	34
ペンシルバニヤシオジ* <i>F. pennsylvanica</i>	8	14	22	30	36	36	36	36	39	39
アメリカシオジ** <i>F. americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
オウシウヤチダモ <i>F. excelsior</i> (Denmark)	0	0	0	0	0	0	3	11	16	23

*このタネは 1%TTC (triphenyl-tetrazolium chloride) 溶液でしらべたところ約 50% の活力をしめた。しかし、幼根がいたんでいる胚——こういう胚は TTC 試験では活力がないものとしてかぞえられる——のうちのいくらかがおそくなつてから成長して “A” にまでなつた。

**TTC 試験では約 80% の活力をしめた。

*1 日林誌 37 (1). (1955) p. 1~5. に発表。

のように発芽にテマのとれるものに一般的に応用できるものとおもわれる。ことにこれらのタネの胚の生理学的な性質をしらべるのによい方法である。そこで、第1報にのべたようないろいろなトネリコ属植物のタネのあいだの発芽のシカタのチガイの原因をしらべるために、これらのタネの胚の性質を FLEMION の方法にしたがつて観察した。果皮をとつた 50 コのタネを、ヘヤの温度で1日水道水につけてから胚をとりだした。とりだした胚はしめらした瀟紙にならべてベトリー皿にいれ、25°C の定温器にいれた、こういう条件で胚はいろいろな段階をへて成長するが、筆者はこれらを Fig. 6 のようにわけて、1カ月のあいだにAの状態の胚の数がふえていく過程をしらべた。その結果を Table 1 にしめす。

4. 前発芽にともなう胚の性質の変化

Table 1 はヤチダモのみのつたタネからとりだした胚がかなりふかく休眠していることをしめしている。ところが2. にのべたように、適当な条件をあたえるとタネのなかで胚が成長をはじめから、こういう条件で胚の休眠の性質がかわるものとかがえられる。このことをたしかめるために、2.1 の(ii)

Table 2. 前発芽にともなう胚の性質の変化：とりだした胚の10日目の状態をしめす
Behavior on the 10th day after bedding of 10 excised embryos at various stages of pregermination.

(I) Observation with embryos used in the experiment shown in Fig. 4.

種 名 Species	タネの状態 Condition of seed	成長の段階 Process of development as shown in Fig. 6	処理をはじめてからの日数 Days from the beginning of treating						
			33	48	65	82	98	113	136
ヤチダモ (神楽産) <i>F. mandshurica</i> var. <i>japonica</i> (Kagura)	果皮をつけたタネ with pericarp	A	0	0	0	1	3	9	10
		B	2	5	3	2	5	1	0
		C	8	5	7	7	2	0	0
		E	0	0	0	0	0	0	0
	果皮をとつたタネ without pericarp	A	0	5	10	9	9	10	10
		B	7	2	0	0	1	0	0
		C	3	3	0	1	0	0	0
		E	0	0	0	0	0	0	0
オウシウヤチダモ <i>F. excelsior</i> (England)	果皮をつけたタネ with pericarp	A	0	0	1	1	2	5	3
		B	0	2	0	0	0	0	0
		C	10	8	7	6	3	1	4
		E	0	0	2	3	5	4	3
	果皮をとつたタネ without pericarp	A	0	1	1	2	4	2	3
		B	6	1	0	0	1	3	0
		C	4	5	2	4	2	0	0
		E	0	3	7	4	3	5	7

(II) Observation with embryos used in the experiment shown in Fig. 5.
Conditions, a, b, and c, explained in Fig. 5.

種 名 Species	あたえられた条件 Conditions	成長の段階 Process of development as shown in Fig. 6	処理をはじめてからの日数 Days from the beginning of treating						
			35	50	65	81	97*	112	135
ヤチダモ (水上産) <i>F. mandshurica</i> var. <i>japonica</i> (Minakami)	b	A	0	0	0	1	4	8	10
		B	1	1	0	1	1	1	0
		C	9	9	10	8	5	1	0
		E	0	0	0	0	0	0	0
	a	A	0	6	3	7	10	10	10
		B	4	1	2	0	0	0	0
		C	6	3	5	2	0	0	0
		E	0	0	0	1	0	0	0
	c	A	0	1	0	1	2	6	—
		B	1	1	1	0	0	1	—
		C	9	8	9	9	8	3	—
		E	0	0	0	0	0	0	—

*Table 1 のヤチダモの項にしるされている結果は、おなじ材料をこの時期までかわいたままヘヤの温度に保存したものについてえられたものである。

と (iii) の実験で胚長比をもとめるのにつかつた胚を、3. の方法にしたがつて成長させてみた。高樋・豊岡¹⁰⁾ はヤチダモのタネからとりだした胚が 20°C でもつともよく成長するとのべているが、ここでは設備の関係で 25°C におかれた。前発芽がすすむにつれて胚の性質がどうかわかっていくかが Table 2 の (I) ((ii) の材料) および (II) ((iii) の材料) にしめされる。

5. かんがえられること

ヤチダモのタネにも、オウシウヤチダモ⁷⁾ やアメリカヤチダモ⁹⁾ のように前発芽という現象がみられることがわかつた。前発芽、すなわちタネのなかでの胚の成長についての 3 つの実験結果 (Fig. 3, Fig. 4 および Fig. 5) は、つぎのことをあきらかにしている。ヤチダモ、オウシウヤチダモのどちらのタネについても、水分をあたえられた胚はこの実験でもちいられた温度条件のうちでは 25°C でもつともよく成長し、ついで 25°C と 8°C の 10 日おきの変温条件でよく成長する。しかし、後者の条件では、胚がほとんどおなじ状態にまで成長しているのに発芽が促進されないで、オウシウヤチダモとアメリカヤチダモであきらかにされているように、前発芽はタネが発芽するための必要な段階ではあるが十分な条件ではないとかんがえられる。水分があたえられないとき、水分があたえられても 2°C のようなひくい温度におかれるときには胚は成長しないらしい。これらの実験結果は DOLJA⁹⁾ のものとよく一致している。おなじようによい条件をあたえても、果皮をつけたままのタネでは胚の成長がおくれ、おなじ状態にまで成長するのにおよそ 3 倍の時間を必要とする。このような果皮の影響をのぞく目的で、おなじような処理をするまえにミを流水で 18 日間あらつた。しかし実験の結果は、すでにこのあいだに果皮の影響があたえられたことを暗示している。おなじ実験で処理期間中ずっと流水につけたものは、はじめ流水であらつて果皮をつけたまま 25°C においたものとはほとんどおなじ成長をしめしたが、流水の温度を一定にしなかつたので、この結果だけでこの方法を論ずることはできない。

みのりきらないうちに土中埋蔵されたタネのあくる年の春の胚長比は、埋蔵されていた期間に胚がよく成長していたことをしめしているが、この期間の胚の成長についての筆者のカンガエは第 5 報にのべることにする。ただ、 93.7 ± 5.1 という胚長比をしめしたオヤ木 (3) のタネがわずかに 63% しか発芽しなかつたこと、およびそののこりのタネが、なお 92.8 ± 3.6 という胚長比をしめしたことは、すでにのべた前発芽が発芽の準備段階として必要ではあるが十分ではないというカンガエをうらづけている。

わがくにのトネリコ属植物のタネには、形態と発芽のシカタがはつきりちがつている 2 つの型 (I, II) があることを第 1 報¹⁾ にのべたが、胚の性質についてもまた、これらの 2 つの型のあいだにはつきりしたチガイがみとめられた。すなわち、Table 1 から I 型のタネの胚は休眠していないこと、および II 型 (すなわち、ヤチダモ) の胚は休眠していることがわかる。このことから、I 型のタネの発芽遅延が胚の性質によつていないことと、ヤチダモの胚の休眠はこのタネの発芽遅延の原因のすくなくとも一部分をになつていることがわかつた。外国の種については、ペンシルバニヤシオジの胚は I 型 (Table 1 の結果によれば、このタネの胚はシオジやトネリコの胚よりおくらて成長しているが、表の注に示したようにタネの活力がひくかつたことに原因があるとかんがえられ、COX²⁾, NIKOLAEWA³⁾ の報告とかんがえあわせると I 型の性質とおなじであるだろう。) の、オウシウヤチダモの胚は II 型の性質をもつている。しかし、アメリカシオジの胚は——すくなくともこの表にしめされた結果からは——I, II のいずれの型ともちがう性質をもつているようにおもわれる。

ヤチダモとオウシウヤチダモの胚の休眠のフカサは、前発芽がすすむにつれてあさくなり、このことは胚の成長の場合とおなじように果皮をのぞいて処理したときのほうがいちじるしい。この場合にはおよそ2ヵ月でほとんど休眠がとけるらしい。流水で処理した実験もほとんどおなじような結果をあたえたが、胚の成長の場合とおなじようにいくらかわるい影響がみとめられる。

この研究のあいだみちびいてくださった研究室長柳沢聰雄技官にあつくお礼をもうしのべる。

6. あ ら ま し

ヤチダモのタネの胚の生理学的な性質に関連した2, 3の実験の結果を報告する。

(1) みのつたヤチダモのタネの未熟な胚は、よい条件をあたえるとタネのなかで成長する。これは前発芽とよばれる現象である。

(2) 前発芽には水分が必要であり、この実験でもちいられた温度条件のうちでは 25°C がもつともよく 25°C と 8°C の10日おきの変温がこれについている。 2°C ではおこらないらしい。

(3) 処理するまえに果皮をのぞくと前発芽はいちじるしくはやくなる。

(4) 9月のはじめに土中埋蔵することによつて、 25°C におかれたときとほとんどおなじ程度に前発芽がすすむ。

(5) 前発芽は発芽の準備段階として必要ではあるが十分な条件ではない。

(6) わがくにのトネリコ属植物のタネの胚の性質は、第1報にのべたI, IIの型のあいだではつきりちがつている。すなわち、I型のタネの胚は休眠していないが、II型（ヤチダモ）の胚は休眠しており、これがヤチダモのタネの発芽遅延の一つの原因であるとかんがえられる。

(7) ヤチダモの胚の休眠は前発芽がすすむにつれてあさくなるが、このことは処理するまえに果皮をのぞけばずつといちじるしい。

文 献

- 1) 浅川澄彦: 林試報, 83. (1956) p. 1~18.
- 2) COX, L. G.: Ph. D. Thesis. Cornell Univ. (1942) p. 186~199.
- 3) DOLJA, N. I.: Dokl. Acad. Nauk SSSR 88. 4. (1953) p. 729~732.
(For. Abstr. 14, 4. 1953).
- 4) FLEMION, F.: Contr. Boyce Thompson Institute. 9. 4. (1938) p. 339~351.
- 5) ———: Ibid. 11. 6. (1941) p. 455~464.
- 6) ———: Ibid. 15. 4. (1948) p. 229~241.
- 7) LAKON, G.: Naturw. Ztschr. Forst u. Landw. 9. (1911) p. 285~298.
- 8) NIKOLAEWA, M. G.: Experim. Bot. 8. (1951) p. 234~256.
- 9) STEINBAUER, G. P.: Plant Physiol. 12. (1937) p. 813~824.
- 10) 高樋 勇・豊岡 洪: 北方林業, 22, (1951) p. 9~11.

Studies on the Delayed Germination of *Fraxinus mandshurica* var. *japonica* Seeds. (2)

Pre-germination of *F. mandshurica* var. *japonica* seeds.

—Physiological properties of embryos of *Fraxinus* seeds.—

Sumihiko ASAKAWA

Résumé

It has been already reported by STEINBAUER with *F. nigra* seeds and by LAKON with *F. excelsior* seeds that rudimentary embryos in their ripened seeds enlarge under favorable conditions, and that this enlargement, termed "Vorkeimung (Pregermination)" by LAKON, is the first essential stage before germinating. With *F. mandshurica* var. *japonica* seeds belonging to Subsect. *Bumelioides* in company with these species, the writer has found a similar phenomenon. The experiments reported here were designed to clarify the physiological properties of embryos of species in *Fraxinus* with particular reference to this phenomenon.

1. Materials

Materials are common to those described in the first report.

2. Pregermination

(1) Process of pregermination under various conditions.

In order to trace the process of enlargement of embryo, the average embryo ratio (embryo length/seed length $\times$ 100) was calculated by measuring 10 seeds by means of slide calipers with 0.1mm scale at various times. Embryos of dry seeds were excised after soaking the whole day at room temperature.

(i) Experiment I :—An increase of embryo ratio during three pretreatments (Fig. 2), based on moist low-temperature method, is plotted in Fig. 3. These pretreatments have had no effect on hastening the germination of both *F. mandshurica* var. *japonica* and *F. excelsior* seeds.

(ii) Experiment II :—The pretreatments designed according to STEINBAUER's method have had a superior effect on germination, especially of *F. mandshurica* var. *japonica* seeds. The processes of embryo enlargement under these conditions are shown in Fig. 4.

(iii) Experiment III :—As the seed samples have run out at the end of pretreatments, the hastening effect on germination could not be observed. The result of this experiment is shown in Fig. 5, where the explanation about the method of pretreatments will be found.

(2) Embryo ratio of seeds kept under exposed burying strage.

The embryo ratio of seeds, kept under an exposed burying storage (at a depth of about 50 cm under the surface of the earth) till the next spring (April 19) after harvesting at the beginning of September, is as follows:

Mother tree (1) 91.7 ± 4.7 , Mother tree (2) 93.2 ± 4.7 , Mother tree (3) 93.7 ± 5.1

In comparison with these values, the embryo ratio of seeds, kept under dry condition at room temperature after harvesting at the end of October, is 71.5 ± 5.3 . Moreover, the embryo ratio of non-germinated seeds in the first spring among buried seeds was 90.2 ± 7.8 on mother tree (1) and 92.8 ± 3.6 on mother tree (3).

3. Physiological properties of excised embryos of several species in *Fraxinus*

According to FLEMION's method, the behavior of excised embryos was observed with seeds of several species in *Fraxinus*. Fifty seeds without pericarps were immersed in tap

water the whole day at room temperature and then their embryos were excised. Excised embryos were placed on a moistened filter paper in a petri dish and kept in an incubator at 25°C. Table 1 shows the process that the number of "A" shown in Fig. 6 increases for over a month.

4. Changes occurring in embryos during pregermination

The behavior of excised embryos, used for calculating the embryo ratio in Chapter 2, was observed by the method described in Chapter 3. Observation results on the 10th day after bedding are shown in (I) and (II) of Table 2.

5. Conclusion

Pregermination requires moisture and nearly the same temperature as that favorable for germination, not being brought about under dry condition or at such a low temperature as 2°C even though favorable moisture is given. Dewinging before treating has a superior effect on hastening pregermination. By exposed burying storage from the beginning of September, pregermination proceeds as favorably as at 25°C. In spite of the large embryo ratio of buried seeds, however, a part of them failed to germinate in the first spring; for example, only 63 percent of them germinated in the case of mother tree (3). Accordingly, pregermination is essential but not sufficient phenomenon as a preliminary stage for germination as shown on *F. nigra* and *F. excelsior* seeds.

On the physiological properties of excised embryos, there is a distinct difference between Types I and II in seeds of the Japanese species in *Fraxinus* proposed by the writer. Embryos of Type I are non-dormant but those of Type II, that is, *F. mandshurica* var. *japonica*, are dormant. Their dormancy is thought to be one of the causes of remarkably delayed germination of *F. mandshurica* var. *japonica* seeds. Their embryos are gradually released from this dormancy as pregermination proceeds (Table 2).