

2. 林木育種に関する試験

(2) スギ育種種子の発芽率の推定について

松尾健次、山下友之

〔目的〕

東京都の林地に適した優良種苗を確保するため、平成3年度から育種種子の採種を開始しており、発芽能力を把握するための発芽検定を実施している。

すぎの発芽検定は、28日間にわたって発芽数を測定していくことが国際種子検査規約に定められており、この間の毎日の発芽数は、発芽開始日から一週間前後で最多となりその後は減少している。

これを毎日の発芽累計で図化すると、生長曲線に類似した傾向が認められる。このため、発芽数累計の傾向に生長曲線をあてはめて、発芽検定途中での発芽率の推定方法を検討し、発芽検定が効率化できるかを見極める。

〔方法〕

26クローンの精英樹で構成されている採種園から採取した種子について、平成3年度は試験的に、平成4年度からは各クローン別に100粒の5回繰り返しによる発芽検定を実施している。ここでは表-1の合計4回の結果をもとに、発芽累計の傾向について、発芽開始日から各測定日までの各発芽累計にロジステック曲線をあてはめて、実測した28日目の発芽累計と、曲線式からの推定発芽累計との差、及び修正方法を検討した。

なお、ロジステック曲線式の算出は、PC-FORBSTRY創刊号(1983)の白石・石橋によるパソコン用プログラムを使用した。

〔結果〕

ロジステック曲線式は次式で示され、M, L, kはパラメーターである。

$$Y(t) = M / (1 + L e^{-kt})$$

t : 検定開始からの日数 Y(t) : t日目までの推定発芽累計

M : 推定最大発芽累計 L, k : 曲線式の係数

図-1は、平成5年10月採種し発芽検定を実施した結果をもとに、その全体の発芽累計についてt別に曲線式を求めて28日目までを推定した結果であり、tの増加にしたがって実測累計の曲線に近似していく傾向を示している。しかし、t=28での曲線式を求めて得られたY(t)は5,252.4で、実測累計である5,333粒の発芽に比較して-1.5%となった。これは、実測累計の20日目以降の増加傾向が、曲線式からの推定よりも若干ではあるが大きくなっているためと思われる。

図-2は、tごとに求めた曲線式の推定最大発芽累計(以下M(t))の傾向と実測の発芽累計の増加傾向を示したもので、t=20で交差し以後M(t)が下回る結果となっており、M(28)においても5,254.2に止まった。この傾向は表-2のように他の発芽検定でも同様の結果となり、途中でM(t)が下回り、交差した時のtを平均すると19.5日となった。

発芽検定途中で28日目の実測累計の発芽率を推定するには、少なくともM(t)がtにおける実測の発芽累計を下回る期間でM(t)を推定値とすると、t~28の間での実測の発芽累計の増加数が誤差となっていくことになる。このため、各発芽検定ごとに交差した時のt、及びtの平均である20日目前後を基準日として、基準日前日との差である増加量から

表-1 発芽検定結果一覧

	クローン数	検定数	発芽数累計		発芽率
			粒	粒	
3年採種	26	4660	1716		36.8
4年採種	26	13000	1413		10.9
5年採種	26	13000	5333		42.5
5年採種再検定	26	13000	4896		37.7

発芽数累計は28日間の発芽数の合計である。

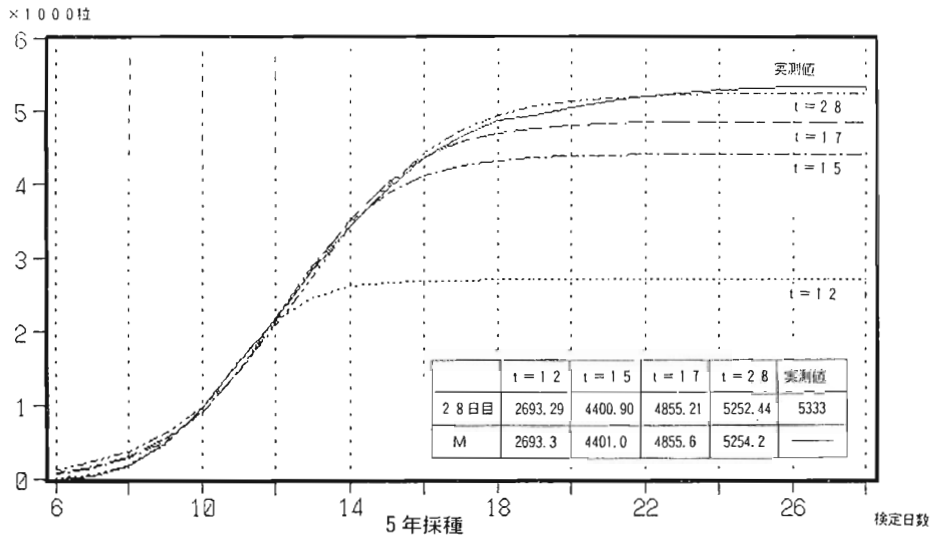


図-1 t別の発芽数累計の推定

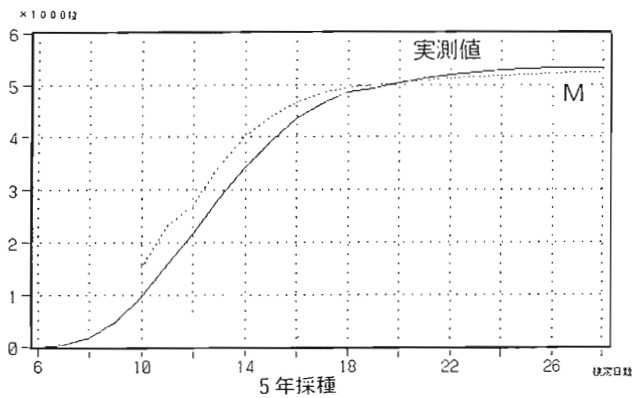


図-2 t別のMと実測値の傾向

表-2 検定別の計算値一覧

	交差した時の t	M (28)
3年採種	23	1700.04
4年採種	16	1344.79
5年採種	20	5254.19
5年採種再検定	19	4769.19

28日目までのMの増加傾向を推定することとし、各発芽検定に共通で、かつ推定結果が28日目の実測累計に比べて僅かに少なくなるような推定方法を検討した。なお、各発芽検定でのM(t)の対前日との増加割合を17~23日目で見ると、図-3のように19日前後ではらつきが見られ一定していないので、増加割合の傾向を平準化するため、前後の平均である3点平均値と、5点平均値に換算して検討した。

(1) 3点平均値による推定

図-4は、平成5年度の発芽検定の全体でのM(t)と実測の発芽累計の増加傾向をt=19から28までを示している。図中の $M_s = 0.95$ の曲線は次の推定による。M(19), M(20)について各々前後のMからの3点平均値 $M_3(19)$, $M_3(20)$ を算出し、その差をM(19)からM(20)までの増加量(S)とした。これをもとにt=21から28までの1日ごとの増加量を $S \times 0.95^t$ (ここでのtは1~8)で求め、M(20)に累計して各tのMを求めた。この結果修正した推定最大発芽累計は5,308.8と実測累計に比べて-0.45%と縮小し、発芽率での差は-0.19%となった。しかし、他の3回の結果について、交差した時のt、及び20日を共通の基準日として算出したところ、平成4年、平成5年再検定が各々+1.0%以上と過大になった。このため、1日ごとの増加率を表-3のように変化させた結果、4回とも実測累計に比べて少なくなったが逆に過少になる場合が生じた。また、基準日を21日にずらしてみると、増加率が0.94で4回ともマイナスとなったが、平成3年が過少になった。

(2) 5点平均値による推定

3点平均値による場合と同様の方法で推定した結果が表-4である。交差した時のtからの推定は、3点平均の場合と同様に平成5年再検定が過大となり、増加率0.84まで低下すると4回ともマイナスとなったが、平成4年が-4.06%と過少になった。また、基準日を20日とした場合は平成3年が過大となり、同様に増加率を低下した結果、増加率0.70で他の3回が過少となった。なお、基準日を21日にずらした結果では、増加率0.919で4回とも-1.0%以下に落ち着いた。基準日が、実測累計とM(t)が交差した20日目より1日ずれているのは、M(t)の増加割合の傾向が、発芽検定4回とも遅くなるにつれ緩やかになっており、20日目よりも増加割合が縮小しているためと思われる。この方法で平成5年について26のクローン別に推定した結果、誤差率の平均は-0.45%、標準偏差は±2.53となり、最も過大となったのがクローンNo15の中8号で6.63%、最も過少がNo18の比企2号で-5.96%であった。これは、第46回日本林学会関東支部大会において発表した、3点平均値の20基準日・増加率0.95による各クローン別の誤差率平均0.33%、標準偏差±3.05よりも若干ではあるがバラツキが縮小していた。

以上の結果から、両方法とも基準日を1日遅らせるだけで傾向が変わるため、各々のMの増加割合の傾向がこの方法だけでは一定していないように思われ、なお検討していく必要があるが、今回の結果に限ってみると、発芽検定開始から23日目まで毎日測定すれば、28日目の発芽累計がある程度推定可能と思われる。なお、すぎの発芽検定は28日間との規定があるため、途中で終了することは出来ないが、各クローン別の発芽傾向の把握とともに推定の精度を高めていけば、検定後半での測定をある程度簡素化できるものと考えられる。今後は、毎年引き続き実施している林木育種事業用種子の発芽検定結果を加えて、推定精度の向上を検討していく予定である。

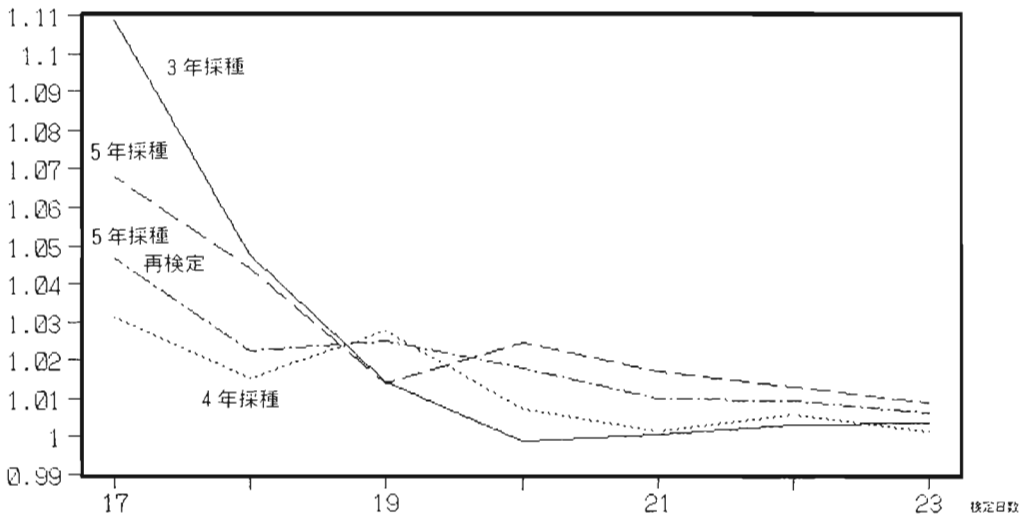


図-3 M(t)の増加割合(対前日比)

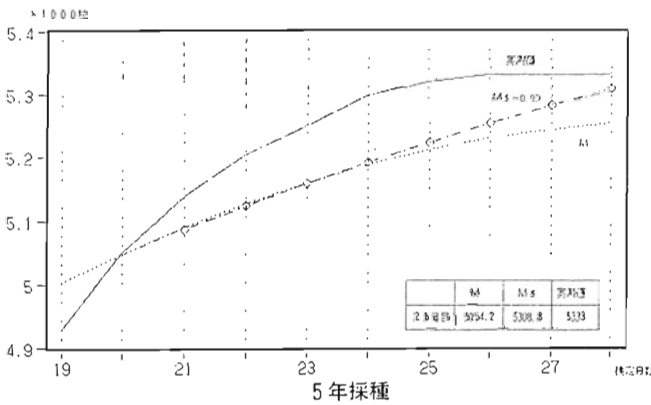


図-4 発芽数累計推定の修正

表-3 3点平均値による修正結果の誤差率(%)

	増加率0.872	増加率0.840	増加率0.940
3年採種	(20)	(23)	(21)
	-0.73	-1.05	-2.21
4年採種	(20)	(16)	(21)
	-0.76	-3.23	-0.60
5年採種	(20)	(20)	(21)
	-1.87	-2.32	-0.29
5年採種	(20)	(19)	(21)
再検定	-0.04	-0.29	-0.05

()は基準日

表-5 平成5年10月採取種子のクローン別一覧
(各クローン500粒)

クローンNo	発芽数	t	tまでの発芽累計	M(t)	推定発芽数	推定誤差率
						%
1	106	23	106	105.5	110.5	4.23
2	79	21	75	74.8	78.9	-0.19
3	343	16	310	309.3	339.9	-0.90
4	171	23	167	166.9	171.3	0.16
5	358	21	348	345.8	355.5	-0.69
6	288	18	265	261.6	287.0	-0.35
7	184	24	183	180.7	184.2	0.10
8	280	21	271	270.4	275.3	-1.69
9	282	18	275	270.3	285.5	1.24
10	138	21	132	128.7	131.8	-4.46
11	192	20	184	183.5	186.0	-3.11
12	205	23	200	197.2	202.1	-1.42
13	257	21	254	253.3	253.9	-1.20
14	181	20	171	168.2	176.5	-2.50
15	90	21	84	82.8	96.0	6.63
16	192	17	187	186.7	192.6	0.33
17	196	20	180	176.4	193.2	-1.44
18	231	22	217	216.3	217.2	-5.96
19	180	23	175	174.9	187.1	3.96
20	270	22	261	256.3	263.0	-2.59
21	158	16	132	131.4	157.1	-0.56
22	185	20	169	168.3	182.2	-1.49
23	214	17	194	192.1	215.5	0.71
24	210	21	204	203.7	207.8	-1.07
25	234	15	194	192.4	233.6	0.27
26	109	21	106	105.5	109.2	0.23
平均	20.2					-0.45

表-4 5点平均値による修正結果の誤差率(%)

	増加率0.700	増加率0.840	増加率0.919
3年採種	(20)	(23)	(21)
	-0.09	-1.27	-0.64
4年採種	(20)	(16)	(21)
	-3.20	-4.06	-0.61
5年採種	(20)	(20)	(21)
	-3.09	-1.31	-0.93
5年採種	(20)	(19)	(21)
再検定	-3.91	-0.08	-0.00

()は基準日