

(資 料)

アカマツ精英樹と被害地から選抜した抵抗性候補木の
マツノザイセンチュウ接種検定による抵抗性評価

蓬田 英俊・神山博希*

Estimate variance of resistance to the pine wood nematode by artificial inoculation in seed families that collected by none-selected seed orchard and natural-selected individuals of pine wilt disease of Japanese Red Pine (*Pinus densiflora*).

Hidetoshi YOMOGIDA, Hiroki KAMIYAMA*

要 旨

アカマツの精英樹採種園と松くい虫被害地から選抜した抵抗性候補木の集植地から採種育苗した3年生苗木に、マツノザイセンチュウを1994年から2011年にかけて接種し、各家系の生存率を調査集計した。その結果、平均生存率は接種年により大きく変動したが、分散分析の結果、家系と年次の交互作用に大きな変異は確認できなかった。また一部の年次で2種類の線虫を用いたが、線虫と家系に交互作用は認められなかった。さらに家系平均レベルで高い遺伝率を確認した。推定生存率で、対照家系より有意に高い値を示した家系は、精英樹より被害地選抜木に多かった。すでに報告されている精英樹の生存率の結果は、複数回線虫接種を行った結果である今回の推定生存率と、大きな差がないことが確認できた。

キーワード：アカマツ，マツノザイセンチュウ，接種検定，抵抗性育種，実生家系

目 次

1 はじめに.....	2	3 結果と考察	
2 材料と方法		3.1 各年次の平均生存率	3
2.1 供試家系	2	3.2 分散分析結果	3
2.2 線虫の接種方法	2	3.3 家系生存率の推定	4
2.3 検定の試験配置と調査	3	3.4 従来の結果との比較	4
2.4 データの解析	3	4 まとめ.....	4
		引用文献.....	8

* 県南広域振興局林務部

1 はじめに

マツ材線虫病（通称「松くい虫」、以下「松くい虫」という）被害の拡大に対し、アカマツの木材資源を継続的に維持するため、松くい虫の病原体であるマツノザイセンチュウ（以下「線虫」という）が樹体内に侵入しても枯れにくいマツを選抜するマツノザイセンチュウ抵抗性育種が全国的に実施されている。

岩手県では、精英樹選抜育種事業⁴⁾で選抜された成長および通直性に優れた個体（以下「精英樹」という）を育種材料として、マツノザイセンチュウ抵抗性育種を実施してきた。岩手県の採種園を構成している精英樹クローンから採種し、線虫を人工的に接種し、家系間のマツノザイセンチュウ抵抗性（以下「抵抗性」という）を比較（以下「接種検定」という）した結果は、草葉ら（1996）により報告されている。しかし、この報告では全家系の接種検定を3年間に分けて実施しているため、異なる年に接種検定した家系相互の比較ができないことや、反復も2回と少なく立地誤差が含まれている可能性があることから、結果を活用する上で不十分な点もあった。そこで、家系全体で順位付けを行うため、抵抗性が上位であった精英樹を中心に再検定を1994年以降実施してきた。

このほか、岩手県では1992年から、松くい虫被害が発生している地域で周囲木が枯死しているにも関わらず、生存している木を抵抗性候補木として選ぶ、「東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」⁴⁾を国の補助を受け実施してきた（以下この事業で選抜された個体を「被害地選抜木」という）。この被害地選抜木は接ぎ木増殖し集植しているが、集植クローンから種子が採れるようになったため、播種育苗後に、接種検定を実施した。2011年までに、集植されている169クローン（2011年現在）のうち、113クローンから採種し、実生苗に対し抵抗性検定を実施した。この結果を採種園改良に反映させるため、途中経過ながら集計を行うことは重要であると考え

る。

今回、精英樹と被害地で選抜した抵抗性候補木の抵抗性検定結果を集計したので報告する。

2 材料と方法

2.1 供試家系

マツノザイセンチュウ抵抗性の評価を行ったのは、岩手県のアカマツ精英樹採種園を構成する、精英樹実生70家系と被害地選抜木の実生127家系、さらにこれらと比較するため東北各県で共通して用いている精英樹混他家系¹⁾（以下「対照家系」という）と抵抗性上位精英樹で構成した採種園で2004年から供給を開始した種子（以下「事業用」という）および西日本産アカマツ抵抗性採種園産家系（今回用いた山陽ア-6号と久留米ア-114号の2家系を「西日本産抵抗性」という）を用いた（表-1）。ただし、被害地選抜木に含まれる北上選抜の家系（家系名に岩手（北上）アカマツ〇号と表記、以下「北上選抜」という）は、松くい虫被害のない状況で選抜された個体に由来している。

これら種子のうち、精英樹は、奥州市江刺区・胆沢区および胆沢郡金ヶ崎町にある岩手県林業技術センターの抵抗性が改良されていない精英樹採種園から採種した。被害地選抜木は、1998および2003年は選抜地で、2000年は選抜木を接ぎ木増殖した奥州市胆沢区の岩手県林業技術センター小山苗畑の仮植地から、2004年以降は奥州市江刺区の岩手県林業技術センター林木育種場内の接ぎ木集植地からそれぞれ採種した。対照家系および西日本産抵抗性は、独立行政法人森林総合研究所林木育種センター東北育種場から提供を受けた。

2.2 線虫の接種方法

アカマツ苗に対する接種検定は、いずれの年も6月中旬に行い、1回床替3年生実生苗の主軸を20cm程度残して切断し、先端2-3cmをプライヤーでつぶした所に、

表-1 マツノザイセンチュウ検定家系実施年と検定家系数

区分	全検定家系数	接種検定年ごとの検定家系数																
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
精英樹	70家系	15	27	14	18	29	30	18	12	31	7	16	15	17	17	12	13	16
被害地選抜木	127家系				16	22		7		6	42	33	65	39	33	57	37	43
対照家系	5家系		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
事業用混合															1	1	1	1
西日本産抵抗性	2家系										2	2	2			2		
検定家系数計		15	28	15	19	30	31	19	13	32	10	19	18	19	20	14	15	18

注) 西日本産抵抗性家系は、山陽ア-6号と久留米ア-114号

0.1mL 当たり 10,000 頭に調整したマツノザイセンチュウ懸濁液を注入する方法で行った。その詳細は、「東北地方等マツノザイセンチュウ実施要領の運用について」⁴⁾ にならった。線虫は、森林総合研究所から提供を受けた種線虫を培養して用いた。アイソレートは 1994～2003 年は「島原」を用い、2004～2011 年は「島原」と「ka-4」を併用した。

接種はいずれも紫波郡矢巾町内の岩手県林業技術センター苗畑に設置したビニールハウスの中で行った。

2.3 検定の試験配置と調査

接種検定の試験設計は、1994 年は 4 反復、それ以外は 3 反復の乱塊法で行った。1996 年以降は、ビニールハウス 1 棟を 1 反復とし 3 反復を設けた。1つのビニールハウス内に 1 m 幅の畝を 3 本作り、各畝に 6 列づつ苗木を植栽した。家系のプロットは 6 列×5～9 行 (30～54 本) の方形プロットとし、2 種類の線虫を用いた場合は、同一プロット内を 2 分し、それぞれに線虫を接種した。

接種後およそ 4 週ごとに、草葉ら (1996) の判定にならない、発病経過の調査を行った。調査した中には、接種部位より下に褐変部が見られず、針葉の基部の短枝が伸張しているものも見られたが、これは線虫の接種が不十分と判断し、集計対象から除外した。

2.4 データの解析

今回は、1994 年から 2011 年までに行った接種検定のうち精英樹家系と被害地選抜家系、対照家系、事業用および西日本産抵抗性の線虫接種後 16-20 週後に行った

表 - 2 年次ごと線虫ごとの平均生存率

接種年	調査時期	平均生存率	
		島原	Ka-4
1994	20 週後	0.68	
1995	20 週後	0.56	
1996	20 週後	0.26	
1997	20 週後	0.33	
1998	20 週後	0.27	
1999	20 週後	0.39	
2000	20 週後	0.37	
2002	20 週後	0.88	
2003	20 週後	0.84	
2004	20 週後	0.30	0.12
2005	20 週後	0.76	0.39
2006	16 週後	0.31	0.11
2007	16 週後	0.65	0.34
2008	20 週後	0.18	0.08
2009	20 週後	0.47	0.20
2010	20 週後	0.28	0.09
2011	20 週後	0.37	0.14

注) 調査時期は、集計・解析に用いたデータの調査時期を示す

最終発病調査結果を抽出し、反復ごとに接種本数に占める生存本数の割合 (生存率) を算出し解析に用いた。

プロット内本数が 6 本未満の家系と反復が不揃いな家系は、各検定年度内の家系単位で除外した。生存率のデータを分散分析する場合は、逆正弦変換を行い分析した。家系平均生存率の推定には、生存率をそのまま用いた。分散分析の実施は SAS 9.3 (SAS institute Inc.) の mixed プロシジャで Type 2 オプションにより、家系ごとの推定生存率は mixed プロシジャで reml オプション (制限付き最尤法) により算出した。また、各家系の推定生存率を対照家系の推定生存率と比較するため、lsmeans ステートメントで t 推定量を算出し、対照家系と検定家系の多重比較を実施した。

3 結果と考察

3.1 各年次の平均生存率

接種を実施した年 (以下「年次」という) ごとの平均生存率を表 - 2 に示す。平均生存率は、接種検定を実施した年により大きく変動した。これは、生存率が接種前後の気温や降水量により変動するとされていることから²⁾、一般的な現象と考えられる。しかし、島原接種の生存率と Ka-4 接種の生存率の相関係数を求めると 0.99 という高い値となった。また、2 種類の線虫アイソレートでは、常に、島原を接種した場合の生存率が Ka-4 を接種した場合の生存率を上回った。

3.2 分散分析結果

家系と年次、家系と線虫の交互作用を確認するため、年次、線虫、家系、年次×家系、線虫×家系を要因として分散分析を行った。このとき生存率データは、逆正弦変換を行った値を用い、各要因は変量効果とした。分散分析の結果、家系、線虫、年次、家系と年次の交互作用には有意差が認められたが、家系と線虫の交互作用は認められなかった (表 - 3)。

ここで線虫のアイソレートを 2 種類使用した期間が短く、データに著しいアンバランスが生じると考えたため、島原を接種した生存率を逆正弦変換した値を用い、線虫の要因を削除し、家系および年次×家系を変量効果として、年次を固定効果として分散分析を行った。この結果、家系と年次で 1% 水準で有意差が認められたが、家系と年次の交互作用には有意差が認められなかった。(表 - 4)。

この結果から分散成分の推定値を算出したところ、家系と年次の交互作用の推定値は負の値となり 0 とみなせる。分散成分から家系平均の狭義の遺伝率を推定したと

表-3 分散分析結果 (Type2)

要因	自由度	平方和	平均平方	
家系	200	164996	825.0	**
年次	16	388274	24267.0	**
線虫	1	199197	199197.0	**
年次×家系	514	69905	136.0	**
線虫×家系	167	15299	91.6	NS
残差	2740	307632	112.3	

注) 表中 ** は 1%水準で有意差あり, NS は有意差なし

ころ, $h^2 = 0.93$ と高い値となった。

今回のデータは, 多くの家系を評価するため著しくアンバランスな状態であることから, 各要因や交互作用を検定するのに十分とは言えないと考えられるが, 戸田(2004)の結果でも $h^2 = 0.836$ としていることから, およそ妥当なものと考えられる。

3.3 家系生存率の推定

家系, 年次, 線虫の効果を固定効果として, 最尤度推定値を算出し, 各家系の推定値と線虫島原推定値を加え島原を接種した場合の推定生存率とした。その一覧表を精英樹を表-5, 被害地選抜木を表-6に示した。さらに精英樹と被害地選抜木を合わせ, 生存率が高い順に表-7に示した。このとき lsmeans ステートメントで多重比較を行い, 各家系の推定生存率が対照家系と比べ 1%水準で有意差が認められたものには **, 5%水準で有意差が認められた家系には * を付した。この結果, 対照家系と比べ推定生存率が有意に高い家系は, 1%水準で有意差が認められた家系が 45 家系, 5%水準で有意差が認められた家系が 23 家系であった。

表-5, 表-6において推定生存率を平均すると精英樹は 0.42, 被害地選抜木は 0.45 であった。さらに被害地選抜木のうち松くい虫被害が発生する前に選抜された北上選抜を除くと, 平均値は 0.48 となる。精英樹と北上選抜を除く被害地選抜木の平均値を比較すると 0.06 の差しかないが, 家系の推定生存率の度数分布図(図-1)を作成し比較すると, 精英樹では左右対称な正規分布に近似しているが, 被害地選抜木は生存率が高い個体の出現頻度が高いことが判る。これは, 被害地選抜木では, 松くい虫被害による自然の選抜により, 抵抗性が低い個体が足切り選抜されたため, 相対的に抵抗性が高い個体の割合が多くなったためと解釈される。

また, 表-5において事業用種子と事業用種子を採取した採種園を構成する家系の推定生存率を平均して比較すると前者が 0.55, 後者が 0.47 と, 事業用種子の推定生存率が高い値となった。これは, 採種園では, 両親と

表-4 島原を接種した場合の分散分析結果 (Type2)

要因	自由度	平方和	平均平方	分散成分の推定値
年次	16	19946.0	**	47.7035
家系	200	631.2	**	-0.6403
年次×家系	514	116.9	NS	118.86
残差	1477	118.9		103.05

注) 表中 ** は 1%水準で有意差あり, NS は有意差なし

もある程度の抵抗性を持っているため, 事業用の種子では, 花粉親の効果が現れているものと考えられ, 西日本産抵抗性家系 2 家系とも高い推定生存率であることも同様の結果と考えられる。

3.4 従来の結果との比較

今回の結果と草葉ら(1996)の結果を比較し, 図-2に示した。1989年は1990年に検定した結果より全体的に高い生存率になっていることが判る。しかし, 草葉らの結果から抵抗性上位と判定し, 採種園に導入されている家系で, 今回の結果で対照家系より生存率が低い家系は, 3家系と少なく, 結果に大きな差はないと考えられる。今回, 被害地選抜木から多くの上位家系を選抜したことから, 採種園の抵抗性改良には, これらの上位家系を利用することが有用と考えられる。

4 まとめ

本報では, 岩手県が保有する精英樹 70 家系と岩手県が選抜した被害地選抜木 113 クロウンの抵抗性を評価するため, 接種検定結果から家系ごとの推定生存率を算出した。接種検定の平均生存率は, 接種検定を行った年次や接種した線虫により大きく変動したが, 家系と年次の交互作用, 家系と線虫の交互作用は認められなかったかまたは変異は小さかった。推定生存率が対照家系と比べ有意に高い家系は, 1%水準で 45 家系, 5%水準で 23 家系であった。

今後, 生存率が高かった家系を中心に採種園への導入や人工交配の材料として活用が期待できる。また, 被害地選抜木では, 集植されている 169 家系のうち, 113 家系の結果で, 複数回検定したものは 85 家系と少ないことから, 今後も接種検定を継続することにより, より多くの個体を育種材料として使用できると期待できる。

表一 5 精英樹に島原を接種した場合の推定生存率

区分	No.	家系名	検回数	推定生存率	備考
精英樹	1	三戸 101号	1	0.30	
	2	三戸 105号	1	0.39	
	3	三戸 109号	1	0.38	
	4	三戸 111号	1	0.36	
	5	三戸 112号	2	0.41	
	6	三戸 114号	13	0.55	○
	7	むつ1号	7	0.43	○
	8	むつ2号	1	0.53	
	9	野辺地1号	3	0.37	
	10	野辺地2号	1	0.36	
	11	野辺地3号	1	0.40	
	12	乙供1号	1	0.52	
	13	乙供101号	1	0.35	
	14	乙供102号	3	0.33	
	15	乙供103号	1	0.30	
	16	乙供104号	2	0.29	
	17	乙供105号	2	0.37	
	18	三本木3号	3	0.42	○
	19	三本木4号	1	0.38	
	20	三本木5号	15	0.66	○
	21	三本木6号	9	0.67	
	22	(県)岩手101号	10	0.42	○
	23	(県)岩手102号	4	0.44	
	24	東磐井101号	3	0.38	
	25	東磐井103号	4	0.38	
	26	上閉伊101号	5	0.55	○
	27	上閉伊102号	3	0.55	○
	28	九戸101号	2	0.46	
	29	九戸102号	1	0.20	
	30	九戸103号	4	0.39	
	31	九戸104号	1	0.51	
	32	九戸105号	4	0.30	
	33	九戸106号	3	0.34	
	34	九戸107号	1	0.36	
	35	九戸108号	16	0.54	○
	36	二戸101号	5	0.28	
	37	二戸102号	6	0.45	
	38	(局)岩手2号	15	0.45	○
	39	(局)岩手3号	3	0.29	
	40	(局)岩手4号	2	0.30	
精英樹	41	(局)岩手101号	2	0.47	○
	42	(局)岩手102号	2	0.46	○
	43	(局)岩手103号	8	0.38	○
	44	(局)岩手104号	8	0.45	○
	45	盛岡1号	7	0.35	○
	46	盛岡101号	11	0.45	○
	47	盛岡102号	1	0.44	
	48	盛岡103号	1	0.43	
	49	盛岡104号	2	0.38	
	50	筆石1号	6	0.42	○
	51	水沢101号	1	0.32	
	52	水沢103号	2	0.44	
	53	水沢104号	4	0.43	○
	54	水沢105号	1	0.28	
	55	水沢106号	16	0.57	○
	56	一関6号	7	0.43	○
	57	一関9号	3	0.36	
	58	一関101号	6	0.49	○
	59	久慈101号	3	0.41	
	60	久慈102号	5	0.33	○
	61	久慈103号	1	0.45	
	62	久慈104号	2	0.37	
	63	岩泉101号	7	0.43	○
	64	宮古4号	3	0.44	
	65	牡鹿102号	7	0.47	○
	66	栗原101号	8	0.44	○
	67	中新田101号	2	0.64	○
	68	仙台1号	5	0.38	○
	69	仙台2号	1	0.32	
	70	仙台3号	13	0.54	○
対照家系	71		16	0.39	
事業用	72		4	0.55	
西日本産	73	山陽ア-6号	4	0.68	
抵抗性	74	久留米ア-114号	4	0.70	
平均		精英樹		0.42	0.47

注1) 平均欄の精英樹は、精英樹70家系の推定値の平均を示す。

注2) 備考欄の○は、事業用を採種した採種園を構成する家系を示す。備考の平均欄はそれらの平均値を示す。

表-6 被害地選抜木に島原を接種した場合の推定生存率

No.	家系名	検回数	推定生存率	No.	家系名	検回数	推定生存率
1	岩手(東山)アカマツ3号	3	0.50	65	岩手(藤沢)アカマツ29号	2	0.40
2	岩手(東山)アカマツ4号	8	0.48	66	岩手(藤沢)アカマツ30号	3	0.45
3	岩手(東山)アカマツ5号	3	0.47	67	岩手(藤沢)アカマツ33号	1	0.50
4	岩手(東山)アカマツ6号	6	0.55	68	岩手(藤沢)アカマツ34号	3	0.53
5	岩手(東山)アカマツ7号	5	0.44	69	岩手(藤沢)アカマツ40号	2	0.50
6	岩手(東山)アカマツ8号	5	0.46	70	岩手(藤沢)アカマツ51号	1	0.54
7	岩手(東山)アカマツ9号	4	0.47	71	岩手(花泉)アカマツ1号	2	0.50
8	岩手(東山)アカマツ10号	5	0.22	72	岩手(花泉)アカマツ2号	4	0.35
9	岩手(東山)アカマツ11号	4	0.61	73	岩手(花泉)アカマツ4号	5	0.58
10	岩手(東山)アカマツ12号	7	0.56	74	岩手(花泉)アカマツ19号	1	0.45
11	岩手(東山)アカマツ13号	9	0.52	75	岩手(花泉)アカマツ24号	3	0.39
12	岩手(東山)アカマツ14号	9	0.50	76	岩手(花泉)アカマツ59号	2	0.56
13	岩手(東山)アカマツ15号	6	0.43	77	岩手(花泉)アカマツ60号	2	0.52
14	岩手(東山)アカマツ16号	8	0.57	78	岩手(花泉)アカマツ61号	1	0.52
15	岩手(東山)アカマツ17号	7	0.61	79	岩手(花泉)アカマツ62号	1	0.52
16	岩手(東山)アカマツ18号	1	0.43	80	岩手(花泉)アカマツ63号	2	0.60
17	岩手(東山)アカマツ19号	5	0.43	81	岩手(花泉)アカマツ64号	1	0.54
18	岩手(東山)アカマツ20号	6	0.37	82	岩手(花泉)アカマツ66号	2	0.33
19	岩手(東山)アカマツ21号	6	0.54	83	岩手(花泉)アカマツ68号	2	0.51
20	岩手(東山)アカマツ22号	3	0.53	84	岩手(花泉)アカマツ69号	4	0.42
21	岩手(東山)アカマツ23号	2	0.48	85	岩手(花泉)アカマツ71号	4	0.53
22	岩手(東山)アカマツ24号	2	0.67	86	岩手(花泉)アカマツ72号	3	0.56
23	岩手(東山)アカマツ25号	5	0.53	87	岩手(花泉)アカマツ73号	1	0.47
24	岩手(東山)アカマツ27号	7	0.46	88	岩手(花泉)アカマツ75号	2	0.54
25	岩手(東山)アカマツ28号	5	0.43	89	岩手(花泉)アカマツ76号	4	0.40
26	岩手(東山)アカマツ29号	2	0.48	90	岩手(花泉)アカマツ77号	4	0.43
27	岩手(東山)アカマツ30号	6	0.41	91	岩手(花泉)アカマツ78号	3	0.46
28	岩手(東山)アカマツ31号	5	0.37	92	岩手(花泉)アカマツ79号	1	0.53
29	岩手(東山)アカマツ32号	7	0.52	93	岩手(花泉)アカマツ80号	1	0.52
30	岩手(東山)アカマツ33号	5	0.39	94	岩手(花泉)アカマツ83号	3	0.52
31	岩手(東山)アカマツ34号	7	0.45	95	岩手(花泉)アカマツ85号	2	0.54
32	岩手(東山)アカマツ35号	2	0.47	96	岩手(花泉)アカマツ87号	1	0.44
33	岩手(東山)アカマツ36号	6	0.46	97	岩手(花泉)アカマツ88号	1	0.59
34	岩手(東山)アカマツ44号	2	0.58	98	岩手(花泉)アカマツ89号	1	0.48
35	岩手(東山)アカマツ45号	1	0.56	99	岩手(花泉)アカマツ90号	3	0.40
36	岩手(川崎)アカマツ1号	1	0.48	100	岩手(花泉)アカマツ92号	1	0.29
37	岩手(川崎)アカマツ3号	4	0.42	101	岩手(花泉)アカマツ93号	1	0.53
38	岩手(川崎)アカマツ4号	6	0.46	102	岩手(花泉)アカマツ94号	3	0.55
39	岩手(川崎)アカマツ5号	3	0.50	103	岩手(花泉)アカマツ95号	1	0.38
40	岩手(藤沢)アカマツ1号	4	0.43	104	岩手(花泉)アカマツ98号	1	0.52
41	岩手(藤沢)アカマツ2号	3	0.42	105	岩手(花泉)アカマツ104号	3	0.50
42	岩手(藤沢)アカマツ3号	5	0.50	106	岩手(花泉)アカマツ105号	1	0.54
43	岩手(藤沢)アカマツ5号	1	0.25	107	岩手(花泉)アカマツ108号	1	0.31
44	岩手(藤沢)アカマツ6号	5	0.38	108	岩手(花泉)アカマツ110号	1	0.53
45	岩手(藤沢)アカマツ7号	6	0.24	109	岩手(花泉)アカマツ111号	1	0.44
46	岩手(藤沢)アカマツ8号	6	0.34	110	岩手(花泉)アカマツ114号	2	0.63
47	岩手(藤沢)アカマツ9号	4	0.45	111	岩手(花泉)アカマツ123号	1	0.48
48	岩手(藤沢)アカマツ10号	8	0.38	112	岩手(北上)アカマツ1号	1	0.52
49	岩手(藤沢)アカマツ11号	5	0.57	113	岩手(北上)アカマツ2号	1	0.17
50	岩手(藤沢)アカマツ12号	3	0.45	114	岩手(北上)アカマツ3号	1	0.19
51	岩手(藤沢)アカマツ13号	2	0.42	115	岩手(北上)アカマツ4号	1	0.19
52	岩手(藤沢)アカマツ14号	5	0.53	116	岩手(北上)アカマツ5号	1	0.33
53	岩手(藤沢)アカマツ15号	2	0.48	117	岩手(北上)アカマツ6号	1	0.39
54	岩手(藤沢)アカマツ16号	2	0.43	118	岩手(北上)アカマツ7号	1	0.21
55	岩手(藤沢)アカマツ17号	8	0.50	119	岩手(北上)アカマツ8号	1	0.23
56	岩手(藤沢)アカマツ18号	5	0.36	120	岩手(北上)アカマツ9号	1	0.45
57	岩手(藤沢)アカマツ19号	6	0.46	121	岩手(北上)アカマツ11号	1	0.18
58	岩手(藤沢)アカマツ20号	2	0.54	122	岩手(北上)アカマツ12号	1	0.12
59	岩手(藤沢)アカマツ21号	6	0.59	123	岩手(北上)アカマツ13号	1	0.24
60	岩手(藤沢)アカマツ22号	2	0.68	124	岩手(北上)アカマツ14号	1	0.20
61	岩手(藤沢)アカマツ24号	2	0.45	125	岩手(北上)アカマツ15号	1	0.42
62	岩手(藤沢)アカマツ25号	1	0.54	126	岩手(北上)アカマツ16号	1	0.43
63	岩手(藤沢)アカマツ26号	2	0.60	127	岩手(北上)アカマツ17号	1	0.33
64	岩手(藤沢)アカマツ28号	1	0.49		被害地選抜木平均		0.45

注) 被害地選抜木のうち北上選抜の家系は、松くい虫被害以前に選抜されていた個体

表-7 島原を接種した場合の推定生存率による順位と多重比較結果

順位	区分	家系名	検定回数	推定生存率	順位	区分	家系名	検定回数	推定生存率
1	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ22号	2	0.68 **	51	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ83号	3	0.52 **
2	精英樹	三本木6号	9	0.67 **	52	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ60号	2	0.52 **
3	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ24号	2	0.67 **	53	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ62号	1	0.52
4	精英樹	三本木5号	15	0.66 **	54	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ32号	7	0.52 **
5	精英樹	中新田101号	2	0.64 **	55	精英樹	乙供1号	1	0.52
6	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ114号	2	0.63 **	56	精英樹	九戸104号	1	0.51
7	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ17号	7	0.61 **	57	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ68号	2	0.51 *
8	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ11号	4	0.61 **	58	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ17号	8	0.50 **
9	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ63号	2	0.60 **	59	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ104号	3	0.50 *
10	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ26号	2	0.60 **	60	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ14号	9	0.50 **
11	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ88号	1	0.59 **	61	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ3号	5	0.50 **
12	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ21号	6	0.59 **	62	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ3号	3	0.50 **
13	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ44号	2	0.58 **	63	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ33号	1	0.50
14	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ4号	5	0.58 **	64	被害地選抜木	岩手(川崎)アカマツ5号	3	0.50 *
15	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ16号	8	0.57 **	65	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ1号	2	0.50 *
16	精英樹	水沢106号	16	0.57 **	66	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ40号	2	0.50 *
17	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ11号	5	0.57 **	67	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ28号	1	0.49
18	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ59号	2	0.56 **	68	精英樹	一関101号	6	0.49 *
19	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ72号	3	0.56 **	69	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ29号	2	0.48
20	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ12号	7	0.56 **	70	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ89号	1	0.48
21	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ45号	1	0.56 *	71	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ4号	8	0.48 **
22	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ94号	3	0.55 **	72	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ15号	2	0.48
23	精英樹	上関伊102号	3	0.55 **	73	被害地選抜木	岩手(川崎)アカマツ1号	1	0.48
24	精英樹	上関伊101号	5	0.55 **	74	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ123号	1	0.48
25	精英樹	三戸114号	13	0.55 **	75	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ23号	2	0.48
26	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ6号	6	0.55 **	76	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ35号	2	0.47
27	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ25号	1	0.54 *	77	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ73号	1	0.47
28	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ105号	1	0.54	78	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ9号	4	0.47 *
29	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ75号	2	0.54 **	79	精英樹	(局)岩手101号	2	0.47
30	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ21号	6	0.54 **	80	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ5号	3	0.47
31	精英樹	仙台3号	13	0.54 **	81	精英樹	牡鹿102号	7	0.47 *
32	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ20号	2	0.54 **	82	精英樹	(局)岩手102号	2	0.46
33	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ51号	1	0.54 *	83	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ8号	5	0.46 *
34	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ85号	2	0.54 **	84	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ19号	6	0.46 *
35	精英樹	九戸108号	16	0.54 **	85	精英樹	九戸101号	2	0.46
36	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ64号	1	0.54 *	86	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ78号	3	0.46
37	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ25号	5	0.53 **	87	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ36号	6	0.46 *
38	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ14号	5	0.53 **	88	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ27号	7	0.46 *
39	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ34号	3	0.53 **	89	被害地選抜木	岩手(川崎)アカマツ4号	6	0.46
40	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ22号	3	0.53 **	90	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ30号	3	0.45
41	精英樹	むつ2号	1	0.53 *	91	精英樹	二戸102号	6	0.45
42	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ79号	1	0.53 *	92	精英樹	(局)岩手2号	15	0.45 *
43	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ71号	4	0.53 **	93	精英樹	久慈103号	1	0.45
44	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ93号	1	0.53 *	94	精英樹	(局)岩手104号	8	0.45
45	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ110号	1	0.53 *	95	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ24号	2	0.45
46	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ13号	9	0.52 **	96	被害地選抜木	岩手(北上)アカマツ9号	1	0.45
47	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ98号	1	0.52	97	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ9号	4	0.45
48	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ80号	1	0.52 *	98	被害地選抜木	岩手(藤沢)アカマツ12号	3	0.45
49	被害地選抜木	岩手(北上)アカマツ1号	1	0.52	99	被害地選抜木	岩手(東山)アカマツ34号	7	0.45
50	被害地選抜木	岩手(花泉)アカマツ61号	1	0.52 *	100	精英樹	盛岡101号	11	0.45

注) 表中, **は対照家系に対し1%水準で有意差あり, *は5%水準で有意差あり。

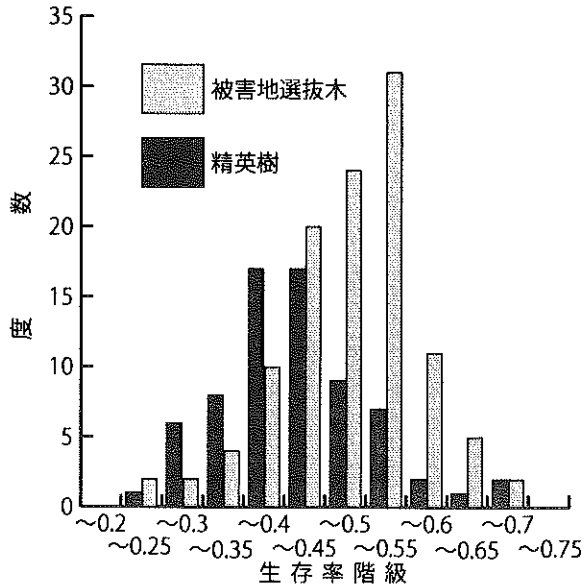


図-1 精英樹と被害地選抜木における推定生存率の度数分布

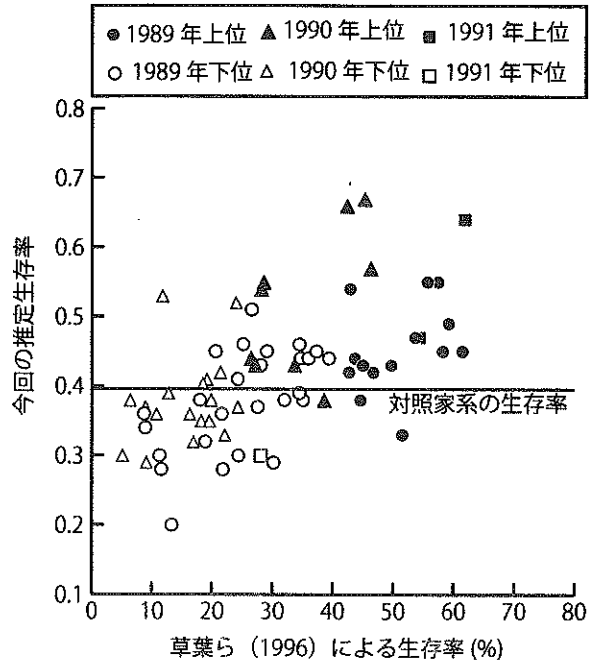


図-2 既存の結果と今回の結果の比較

引用文献

1) 東原貴志・蓬田英俊・今野幸則・須田邦裕・渡部公一・伊藤信治・金子岳夫・小澤創 (2007) : マツノザイセンチュウ抵抗性候補木の選抜および接種検定結果—東北地方 (岩手県, 宮城県, 秋田県, 山形県, 新潟県および福島県) における平成4年度~17年度までの実行結果. 林育研報 23 : 316-413

2) 東原貴志・蓬田英俊・中田了五 (2004) 複数年にわたるマツノザイセンチュウ接種検定結果の解析. 日林学術講 115 : 252.

3) 草葉敏郎・作山健・細川久蔵・小岩俊行 (1996) 寒冷地方におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種に関する研究—アカマツ実生家系の抵抗性の違い—. 岩手県林技セ研報 6 : 1-15.

4) 林野庁研究普及課 (1994) 林木育種事業関係通達集. 林木育種協会, 東京.

5) 戸田忠雄 (2004) アカマツおよびクロマツのマツ材線虫病抵抗性育種に関する研究. 林育研報 20 : 83-217.