Satsuki NISHIMURA : Studies on the breeding of *Acacia mollissima* II. The inheritance of the correlation between the cold resistance and the ripe period of legume. (With English summary, P. 229). Jap. J. Breeding Vol. 11, No. 3. 1961

Acacia mollissima の育種学的研究 II

耐寒性と種子莢の成熟期との相関について*

西 村 五 月

宮崎大学学芸学部

1. 緒 言

前報に於いて、著者は著しく寒害の激しい *Acacia mollissima* の植栽地から9本の耐寒性個体を選出した。それ等の個体には、種子莢の熟期又は開花期の早い個体が多く含まれている傾向があることを推定した(西村, 1959)。その後この試験林から、耐寒性後代検定用種子の得られるのを待ったが、これ等の耐寒性個体は何れも開花を見ることは出来るが、冬季寒害のため種子莢が枯死して十分な種子の入手が出来なかつた。殊に No. 75 は極端に開花がおそく、この個体と開花の一致する個体がなく、自家受精率が低い(MOFFETT, 1956) ので、殆んど種子の得られる見透しがつかなくなつた。そこでこの試験林からの採種を断念し、他の試験林から種子莢熟期の異なる母樹から採種してそれらの次代植物を用い、耐寒性を検討した。尚、この結果の一部は日本林学会に報告した。

この実験に当り、種々御教示下さつた宮崎大学教授外山三郎農学博士、助力下さつた同田中正昭氏、種子に関して御好意を示された福岡林試場長青木義雄氏、同場中島莞爾氏、冷凍室の使用に便宜を与えられた宮崎大学農学部福田博業助教授に対して厚くお礼申上げる。

2. 材料および方法

本実験では福岡林試 1957 年産天然交雑種子を用いた。種子莢の熟期別に7個体の母樹を選定し、熟期の早い個体から順に No. 1 から7迄の番号をつけた。播種に際しては何れも硫酸処理を行なつた。

原形質分離の検定 ; 1957 年 12 月, 26°C に調整した恒温器内で発芽させ、発芽後4日目の幼根の一定部位の表皮について観察した。分離試薬は $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, KNO_3 , CaCl_2 , KCl と CaCl_2 の混合液(容積比 8:2) の4種である。濃度は 0.6 mol~1.2 mol で夫々 0.2 mol 毎に

調整した。1回 20 本 2 反復, すなわち1系統について 640 本を供試した。試薬滴下後1分間経過してから検鏡, 第1表の基準によつて分離度を分類した。又, 抵抗係数は分離度 0 に 5 点, I に 4 点, II に 3 点, III に 2 点, IV に 1 点, V に 0 点を配して, その分布頻度との積の総和で表わした。

Table 1. The degree of plasmolysis

Degree of plasmolysis	Aspects of plasmolysis
0	No plasmolysis of all cells in a field.
I	Plasmolysis of about 1/5 of cells occurs in a field.
II	Plasmolysis of about 2/5 of cells occurs in a field.
III	Plasmolysis of about 3/5 of cells occurs in a field.
IV	Plasmolysis of about 4/5 of cells occurs in a field.
V	Plasmolysis of about almost cells in a field occurs.

低温処理及び塩素酸カリ抗毒性の検定 ; 1957 年 8 月~9 月に4回にわけて播種した。これらの処理は、発芽後約 40 日を経過した苗を用いた。低温処理は、1回 10 本 2 反復, 塩素酸カリ抗毒性は1回 10 本 4 反復した。低温処理は -2°C~-3°C で 24 時間処理後研究室(室温約 25°C) に放置し、24 時間及び 48 時間後被害状態を観察した。 KClO_3 処理は、その 0.1% および 0.01% 水溶液中に挿して 24 時間おき、後水道水中に移し、24 時間及び 48 時間後の被害の程度を調査した。尚、この処理の期間中は暗室においた。

被害の表示には、第2表の基準によつた。又、害微係数は極微害 0 点, 微害 1 点, 中害 2 点, 激害 3 点を配しその分布頻度とし積の総和で表わした。

3. 実験結果

原形質分離; 各試薬による原形質分離の状態は Table

* 1960 年 7 月 11 日受領

Table 2. The indication of injury degree¹⁾

Analysis of injury	Degree of injury	Symptoms of injury
Very slight injury	0	Leaves at the lower part branch of seedling are very slightly injured.
Slight injury	I	Leaves at the lowest part branch of seedling are slightly injured.
Medium injury	II	Leaves at the lower part branch of seedling are moderately injured.
Heavy injury	III	Almost leaves of the seedling are injured.

1) by the lower temperature treatment and the KClO_3 .

Table 3. Plasmolysis in the reagents (0.8 mol)

Strain number Degree of injury Reagents		Exp. value				Index			
		1	2	4	7	1	2	4	7
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0	75	80	90	100	375	400	450	500
	I	25	15	10	0	100	60	40	0
	II	0	5	0	0	0	15	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0
	IV	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	100	100	100	100	475	475	490	500
KNO_3	0	15	0	0	0	75	0	0	0
	I	40	20	0	15	160	80	0	40
	II	35	40	15	35	105	120	45	105
	III	10	30	70	40	20	60	140	80
	IV	0	10	15	15	0	10	15	15
	Total	100	100	100	100	360	270	200	240
CaCl_2	0	30	60	80	85	150	300	400	425
	I	45	30	20	15	180	120	80	60
	II	25	10	0	0	75	30	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0
	IV	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	100	100	100	100	405	450	480	485
$\text{KCl} + \text{CaCl}_2$	0	75	70	95	100	375	350	475	500
	I	25	30	5	0	100	120	20	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0
	IV	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	100	100	100	100	475	470	495	500

3 のようであつた。ここには、0.8 mol の例を示すのみに止める。この表に於いては、 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ および $\text{KCl} + \text{CaCl}_2$ に対する反応は種子莢の熟期と若干関係がある。しかしその系統間差は僅少であり、系統間分離度の比較を行なうには不十分である。又、 KNO_3 に対する反応は種子莢の熟期とは全く無関係である。 CaCl_2 水溶液に対する反応は、各系統間における抵抗係数も差が大きく、しかも明らかに種子莢の熟期と関係がある。種子莢の熟期と原形質分離の間には、0.8 mol 以外の各濃度においても、 CaCl_2 以外の試薬では、全く相関を認めることは出来なかつた。 CaCl_2 による原形質分離状態を Table 4 に示す。

Table 4 によれば、明らかに原形質分離の程度は系統によつて差がある。又、分離試薬の濃度が高まるに伴ない、その分離度は進行する。殊に、1.0 mol および 1.2 mol では、系統間において著しい差を示した。これは系統によつて原形質分離限界濃度に差がある事を示すものであろう。

低温処理；耐寒性の調査は、低温にさらすことのみで完全であるとは考えられない。しかし、一応の目安としての調査であれば、それで十分であらう。筆者は本樹の稚苗が、 -4°C では比較的短い時間さらされても枯死することを圃場や、冷凍室における低温処理で確かめ、又、前報においては、植栽地における3年生樹でも害徴が現れることを報告した。その結果に基づいて、此の処理は $-2^\circ\text{C} \sim -3^\circ\text{C}$ を採用した。その結果を Table 5 に

Table 4. The index of plasmolysis by CaCl_2 solution

Concentration Strain number Degree of plasmolysis	0.6 mol				0.8 mol				1.0 mol				1.2 mol			
	1	2	4	7	1	2	4	7	1	2	4	7	1	2	4	7
0	500	475	350	175	425	400	300	150	325	325	200	50	100	75	0	0
I	0	20	100	200	60	80	120	180	140	100	180	120	180	160	40	0
II	0	0	15	45	0	0	30	75	0	15	45	135	105	105	120	60
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	20	70	80
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	40
Total	500	495	465	420	485	480	450	405	465	440	425	335	385	360	245	180

20 seedlings in a plot, 2 replication.

After treatment for minute observed.

Table 5. The injury by the low temperature treatment

Degree of injury Strain number	Exp. value				Index			
	0	I	II	III	I	II	III	Total
1	0	15	15	70	15	30	210	255
2	0	15	25	60	15	50	180	245
3	0	30	20	50	30	40	150	220
4	5	30	35	30	30	70	90	190
5	10	30	20	40	30	40	120	190
7	20	40	30	10	40	60	30	130

Index=0(F. of very slight i.)+1(F. of slight i.)
+2(F. of medium i.)+3(F. of heavy i.)

F; frequency i; injury

示す。

この中で、系統 No. 6 は苗の生育が悪く、大きさが不揃いとなつたので調査から除外した。Table 5 で明らかのように -2°C ~ -3°C の低温によつて、系統 No. 1, 2 及び 3 の 3 系統は供試全個体が被害を受けたのに対して、系統 No. 4, 5 および 7 は全く被害のない個体を若干含んでいた。すなわち、これを概括すれば、耐寒性と種子莢の熟期との間に密接な関係が存在している。

塩素酸カリ抗毒性; 耐寒性実験の間接的方法としては KClO_3 に対する抗毒性を利用する場合が多い。此の方法によつて本樹を処理すると、被害の現われ方はかなり顕著で、実生苗の下枝から害徴が現われる。24 時間処理した後、48 時間経過した場合がもつとも観察が容易で、系統間の被害比較も、その特性がよく現われているので便利である。しかし、48 時間以上経過したら、枯死する個体が現われて来るので比較が出来なくなる。この結果を Table 7 に示す。

低温処理の被害や、 KClO_3 の抗毒性の程度には、系統によつて差異がみられる。すなわち、その感受性には特性が現われて居り、その被害の内容は各被害級におい

ても特性がある。換言すれば、系統 No. 1, 2 及び 7 はその傷み個体の分布が単頂曲線的であるが、その他の系統はやや分離する傾向があり、多頂曲線的の分布を示すように感じられる。これは結局、その系統に固有な感受性があることを意味する。この結果も亦、低温処理の場合と全く同じ様相である。

4. 考 察

林木育種においては、目的形質の早期検定の問題 (OTTO, 1856) が大きな仕事であるが、まだこの種の研究は不十分である。林木の耐寒性に関しては、PRYOR (1957) が *Eucalyptus* 属について、数多くの研究事例に基づいて、この形質の計画的育種を提起している。耐寒性の調査方法は従来、低温処理、現地被害調査の直接的方法及び KClO_3 抗毒性反応による間接的方法等によつていた。永年性作物の場合は、植物が大型であるので、当然、現地被害調査を主として行ない、その次代植物の稚苗を実験的に処理する方法によらなければならない。又、従来より耐寒性に関係ある種々な生理的形質の研究も進められて来た。然し、生態的形質との関連は研究が少ないようである。

原形質分離と耐寒性の関係は SCARTH (1941) の研究に始まる。すなわち、この学派は細胞原形質の透過性の大小と耐寒性の強弱がよく一致する事を認めた。その後長尾・中村 (1946) は秋蒔小麦の耐寒性が細胞の水に対する透過性を検定することによつて明らかになし得ることを認めた。又、赤羽等 (1954) はリンゴについて、原形質分離限界濃度と harden の関係を研究している。著者の実験においては、 CaCl_2 水溶液をのぞく各試薬の効果は、系統によつてさまざまであつた。その原因については明らかでない。この方法によつて、耐寒系統選抜のための直接的方法とするよりも、むしろ、harden の程度を知る実験法と解する方が無難であろう。

低温処理の方法については、芽生を処理する場合と実

Table 6. The susceptibility to KClO_3

Concentration Degree of injury Strain number	Exp. valve								Index ¹⁾							
	0.1%				0.01%				0.1%				0.01%			
	0	I	II	III	0	I	II	III	I	II	III	Total	I	II	III	Total
1	10	40	45	55	40	50	10	0	40	90	15	145	50	20	0	70
2	0	50	50	0	30	65	5	0	50	100	0	150	65	10	0	75
3	0	30	50	20	20	50	20	10	30	100	60	190	50	40	30	120
4	0	20	60	20	10	55	25	10	20	120	60	200	55	50	30	135
5	0	30	50	20	20	50	30	0	30	100	60	190	50	60	0	110
6	0	15	70	15	15	45	40	0	15	140	45	200	45	80	0	125
7	0	5	70	25	0	50	30	20	5	140	75	220	50	60	60	170

1) As the table 5.

生稚苗を処理する場合とが考えられる。しかし、この処理についても種々の要因があるので、この処理の結果を以つて直接に耐寒性と断定して言うことは難しい。LEOWEL と KARNATZ (1956) は、果樹の実生幼木を用いて、なるべく自然状態に近い環境下で検定する方法を研究している。又、KARNATZ (1956 a) は、果樹の実生について、種々の低温度にさらしたり、処理の時期についても研究した結果、耐寒性は遺伝することを認め、更に KARNATZ (1956 b) は、耐寒性への母品種の影響や、生長量との関係を調査している。又、KEMMER と ILSE (1955) は、ナシやリンゴ等の芽生を冷凍処理した結果、芽生の発育度、低温度、産地、品種及び樹種等によつて耐寒性が異なる事を知つた。それによつても、この実験に関する要因の複雑性がうかがえるのであるが、その結果は、野外における根の傷みと一致する事を認めている。更に ILSE (1957) は、芽生と一年生実生について調査した結果、芽生のみによる方法より一年生実生について調査の方が選抜効果は大きいと述べている。これは、芽生をみの調査では、栽培環境による影響が充分考慮に入れられていない事に基因する。

著者の実験法は、これらの中間的方法である。既に、前報において著者は *A. mollissima* の寒害調査の結果を述べた。すなわち、本樹の寒害は地下部の傷みより地上部の傷みが激しい。これは、地上部は樹幹が枯死する程に寒害を受けるが、翌春には萌芽するので、地下部の傷みは少い事が証明される。その事から推察すれば、筆者の実験法によつて選抜してもその効果はかなり期待出来るであろう。

KClO₃ に対する抗毒性と耐寒性との関係は、山崎 (1933) によつて発見され、その後、ビワ (三木, 1933), 桑 (堀田, 1935), スギ (鈴木, 1936), アカマツ (中村 1940), トドマツ (原田・柳沢, 1947) 等について研究され確認された。筆者の実験も、これらの場合と全く一致した。

上述のように耐寒性は種子莢の熟期との間に高い相関がある。この結果は、筆者が前報において、述べた事と一致する。すなわち、本樹の耐寒性は種子莢の熟期と関係して居り、この相関は遺伝的なものであることを確める事が出来たのである。耐寒性の遺伝性については志村 (1949) が茶樹について、その後、茶樹については耐寒性品種に関する種々の研究が報告された。又、果樹についても、前述の KARNATZ (1956 b) の他、果樹品種の耐寒性に関する調査報告もある。これに反して、林木の耐寒性に関する遺伝的研究は少ないようである。殊に著者の場合のように、種子莢の熟期と深い関係があるもの

の例を見ない。この相関現象は、耐寒性に関する選抜が採種の時に行なわれ、耐寒性の弱い系統を淘汰して行くことが出来る点で、育種上極めて有利な事であろう。

5. 摘 要

1. 前報において、耐寒性は種子莢の熟期と関係があることを予想したので、その次代検定を行なつた。耐寒性検定は芽生の原形質分離、低温処理 ($-2^{\circ}\text{C} \sim -3^{\circ}\text{C}$), KClO₃ に対する抗毒性によつた。

2. 原形質分離は CaCl₂ 水溶液のみが、低温処理による被害と正の相関を示し、CO(NH₂)₂, KNO₃, KCl + CaCl₂ (容積比 8:2) 等の試薬では全く相関はなかつた。

3. KClO₃ に対する抗毒性と低温処理による被害との間には負の相関が存在する。

4. 上述の各処理による被害と種子莢の熟期との間には、明らかに高い相関がある。低温処理に強い系統の母樹は種子莢の熟期が早く、低温抵抗の弱い系統の母樹は種子莢の熟期が早い。

文 献

1. 赤羽紀雄, 匂坂昭吾, 山崎 健 (1954) りんご樹の凍害に関する研究 (第1報) 園芸雑 23 (2).
2. ILSE. T., (1957) Progressive Frostversuche mit Keimenden und einjährigen Kernobstsaamlingen. Züchter 27: 161~172.
3. KARNATZ. H., (1956a) Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium II. Über die relative Frosthärte unveredelter Pflaumensämlings- und Kirschunterlagen. Züchter 26: 178~186.
4. ———, (1956b) Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze in Baumschulstadium III. Über die relative Frosthärte umveredelter Kernobstunterlagen. Züchter 26: 307~315.
5. KEMMER, E., und ILSE, T. (1955) Frostresistenzprüfungen an Keimenden Kernobstsaamen. Züchter 25: 57~60.
6. LEOWEL. E. L., und H. KARNATZ (1956) Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium I. Problemstellung und Versuchsmethodik. Züchter 26: 117~120.
7. MOFFETT. A. A., (1956) Genetical studies in Acacia I. The estimation of natural crossing in black wattle. Heredity 10: 57~68.
8. 長尾昌之, 中村考文 (1946) 細胞の透過性による小麦の耐寒性検定, 農及園 21: 565~566.
9. 西村五月, 田中正昭 (1959) Acacia mollissima の耐寒系統選抜 (予報) 耐寒性と種子莢熟期との関係, 日林誌 41: 98~102.
10. ——— (1959) Acacia mollissima の育種学的研究, I. 耐寒性個体の選抜, 日林誌 41: 336~340.

11. 小野田直文 (1941) 植物の凍害及び耐寒性に関する SCARTH 教授とその学派の研究, 生態学研究 7: 241~246.
12. OTTO, S., (1956) Problematik bei der Anwendung von Frühsteten in der Forstpflanzenzüchtung. Züchter 26: 270~276.
13. PRYOR, D. L., (1957) Selecting and breeding for cold resistance in Eucalyptus. Silvae Genetica 6: 98~108.
14. 志村 喬 (1949) 茶樹耐凍性と耐病性の生理遺伝学的研究, 育種研究 3: 121~130.
15. 山崎守正 (1933) 杉及び赤松品種の塩素酸加里に対する抗毒性について, 植及動 1: 931~935.

Summary

In the previous paper, the author reported that there was some tendency among cold resistance trees, which included many individuals of late-ripe legume or late-flowering trees. This paper is concerned with the inheritance of correlation between the cold-resistance and the ripe period of legume.

The materials used were natural pollinated progenies of seven trees and each of the trees differing in ripening period of the legumes. Radicular epidermis of the 4-day-old seedlings (4 days after germination) was used as the material for plasmolysis. Germination of the seedlings was done in the thermostat. The 40-day-old seedlings were used in order to look for the effect of low temperature and of the toxic action of chlorate. Four reagents, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, KNO_3 , CaCl_2 , and $\text{KCl} + \text{CaCl}_2$ (8:2), were used as

the plasmolyticum.

The correlation between the degree of plasmolysis and the strains was found in the CaCl_2 solution alone, but not in other three reagents. There existed the negative correlation between the damage of seedlings by the low temperature at $-2^\circ\text{C} \sim -3^\circ\text{C}$ for 24 hours, and susceptibility to KClO_3 . These results agreed with those of the previous workers. Among the plasmolysis with the CaCl_2 solution, the injury by low temperature treatment, the susceptibility to KClO_3 and the ripe period of legume (or flowering period) existed the high correlation. The strains of later ripe period of legume had a stronger power of resistance to the low temperature. This results agrees with that of the previous paper. This correlation may be the inheritant character.