

作物の耐寒性に関する研究

第1報 大豆・甘藷・胡瓜・南瓜

井上重陽 山崎力 松浦正視

(農学部 作物育種学 園芸学教室)

第一章 緒言

此研究は作物の寒さに対する抵抗性を知るために行つたものである。寒さに対する抵抗性を検定するには、種々の方法があるが、此研究では低温中で、作物が凍害をうける遅速を調べ、それに依つて寒さに対する強弱を比較する事とした。

今回、寒さに対する抵抗性を研究するに至つた主なる目的は次の二つである。

(1) 作物の特性としての耐寒性を明かにする事。

作物は、生物として色々な特性をもっているが、夫等の特性を詳しく研究して、作物の本性を明かにする事は、作物学上極めて重要な事である。

従来、冬期にあつて栽培される作物、例えば、大麦、小麦などについては、耐寒性の研究が可成り盛に行はれた。或は又、冬期貯蔵される農産物、例えば、爪哇薯、甜菜其他果物類などについても、耐寒性の研究が可成り多くなされたが、夏期栽培される作物それ自身の耐寒性については、殆ど省みられなかつた。我々は作物の特性の一部として、今後多くの作物について、その耐寒性の強弱を明かにし度い。

(2) 促成或は抑成用品種の選出、育成のため。

現在、促成用として栽培されている多くの品種は、長い間の経験に依つて寒さに強いと言われているが、その耐寒性の程度を具体的に示したものが殆どない。我々は此研究によつて、今後、出来るだけ多くの品種について、その耐寒性の強弱を正確に具体化してみ度い。それに依つて、将来一層寒さにつよいものゝ育成に資し度い。特に、高知県は冬期比較的温暖であるから耐寒性品種の育成により、冬期を中心とした農業経営を一層有利に導く事が出来るであろう。

尙ほ高知県地方は、水稻の前作として、爪哇薯その他、蔬菜類などを栽培する事が多いが、水稻作に対する影響を少なからしめるために、出来るだけ前作物の早播、早植が望ましい。それには、前作物の耐寒性の強弱が問題となるが、是等の問題の解決のためにも、作物に対する耐寒性の研究が大きい意義をもつものである。

本研究に於いて、作物に凍害を與える方法として、低温恒温器を用いたが、作物の種類に依つて、供試温度(凍害検定温度)を多少変える事とした。作物は種類に依つて、凍害を受け易いものと、受け難いものとあるが、低温恒温器と雖も、一定温度を常に保つ事は極めて困難である。従つて、耐寒性の検定に長時間を要する事は、それだけ実験上の誤差を大きくする恐れが多い。従つて実験上の誤差を出来るだけ少くするために、作物の種類によつて、供試温度(凍害検定温度)を変えしめた。尙ほ、供試温度については、 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の誤差は、之を認める事とした。

本研究は我々三名の共同研究であるが、研究上の責任を明かにするために、各自の分担事項を次の如く定めた。

大豆の耐寒性に関する研究。

井 上 重 陽

甘藷の耐寒性に関する研究。

山 崎 力

胡瓜及び南瓜の耐寒性に関する研究。

松 浦 正 視

本研究の遂行に当り、実験材料を分譲せられた高知県農業試験場、有益な助言を賜つた本学部助教授山本龍男氏並に、凍害検定に対し、熱心に協力戴いた前田和美氏等の御厚意に対し、深く感謝の意を表し度い。

第 二 章 大豆の耐寒性に関する研究

材料及び方法

供試材料は、次の24品種であつて、播種後、30~40日のものを用いた。

白大豆、晩生30号、出来過、内田、熊本、鈴成、雪転、矢作、在来黒、広島黒、丹波、黒大豆、霜かづぎ、目白1号、白大豆3号、川原、操大豆、下馬場、西村、一本鈴成、八月、房成、八代、阿蘇。

試験時期は昭和26年9月10日より30日までの間であつて、特に晴天の日を選び、午前中に実施した。

供試温度（凍害検定温度）は -3°C である。

大豆の葉は、 -3°C に於いて、30分内外で凍害を受けるものが比較的多い。従つて実験の便宜上、 -3°C を以つて大豆に対する供試温度と定めた。

大豆は、凍害を蒙ると、先ず最初は葉の表面及び裏面に無数の斑点が現はれるが、この斑点が現れ始める時をもつて、凍害を受けるに至る時間（凍害時間）とした。尚ほ、凍害検定時間の差は、実験の便宜上、10分宛とした。

実験成績

以上の様な方法に依つて行つた実験成績は第1表の表りである。第1表は大豆の葉が -3°C に於いて凍害を受けるに至る迄の時間（凍害時間）を表したもので、3回に亘り行つた実験の結果を示したものである。

第1表 大豆品種の凍害試験成績（凍害温度 -3°C ）

品 種	凍 害 時 間							
	分 分 0—10	分 分 10—20	分 分 20—30	分 分 30—40	分 分 40—50	分 分 50—60	分 分 60—70	平 均
広 島 黒	+	+	+					15分
操 大 豆	+	+	+					15
下 馬 場	+	+	+					15
丹 波		++	+					18
黒 大 豆		++	+					18
出 来 過		+	++					22
雪 転		+	++					22
川 原		+	++					22
晩生30号			+	++				32

白大豆		+	++				32
熊本		+	++				32
内田			+++				35
霜かつぎ			+++				35
入代		+	+	+			35
白大豆3号			++	+			38
房成			++	+			38
目白1号				++	+		48
一本鈴成				++	+		48
鈴成				+	++		52
入月				+	++		52
矢作				+	++		52
在来黒				+	+	+	55
阿蘇					++	+	58
西村					++	+	58

第1表によれば、大豆品種の中で最も寒さに弱いものは、広島黒、操大豆等であつて、 -3°C の温度で、15分で凍害を受ける。次に、寒さにやや強いものは、晩生30号、白大豆等であつて、32分で凍害を受けるが、凍害に最も強いものは阿蘇、西村等であつて58分経たなければ凍害が現れない。

第三章 甘藷の耐寒性に関する研究

材料及び方法

供試材料は次の23品種で、是等の品種は何れも、高知県農業試験場より分譲を受けたものである。

高系4号、高系6号、高系13号、高系14号、中国2号、中国3号、関東20号、関東21号、関東22号、九州8号、九州10号、九州13号、九州14号、九州17号、農林1号、農林2号、農林6号、農林7号、農林8号、兼六、沖縄100号、隼人、尼ヶ崎。

試験の実施時期は、昭和26年8月10日より、9月10日までの間であつて、特に晴天の日の午前中を選んで行つた。

甘藷は、大豆や、胡瓜などよりも寒さにやや強いので、供試温度（凍害検定温度）をやや低くして、 -4°C とした。即ち、 -4°C の温度に於いて、甘藷の葉面に凍害斑点の現はれ始めるまでの時間をもつて、耐寒性の強弱を現す事とした。

甘藷の葉は、生育の新旧によつて、凍害に対する抵抗力が可成り異なるので、本実験では、供試材料として、各莖の先端第3葉を用いた。

尚ほ、従来の研究に依れば、植物の耐寒性の強弱は、主として、含糖量の多少に密接な関係があるといわれているので、本実験では、とくに葉の中の還元糖の含量をも同時に検定する事とした。

実験成績

今回の実験では、甘藷の葉の凍害の検定は、前後5回にわたつて行つたが、その成績は第2表の通りである。即ち第2表は、 -4°C に於いて、甘藷の葉が凍害を受け始めるまでの時間（凍害時間）を示したものである。

第2表 甘藷品種の凍害試験成績 (凍害温度 -4°C)

品 種	凍 害 時 間								平 均
	分 分 10—20	分 分 20—30	分 分 30—40	分 分 40—50	分 分 50—60	分 分 60—70	分 分 70—80		
関東20号	+++++							15分	
高系13号	+++++							15	
関東21号	+++++	+						17	
兼 六	+++++	+						17	
高系4号	+++++	+						17	
九州10号	+++++	+						17	
中国2号	+++++	+						17	
高系14号	+++	++						19	
九州17号	+++	++						19	
農林8号	+	++++						23	
農林6号		+++++						25	
九州13号		+++++						25	
高系6号		++++	+					27	
関東22号		++++	+					27	
農林1号			+++++					35	
九州14号			+++++					35	
九州8号			+++++					35	
沖縄100号					+++++			55	
隼 人					+++++			55	
中国3号					+++++			55	
農林7号					++++	+		57	
農林2号					++++	+		57	
尼ヶ崎						++++	+	67	

第2表に依れば、甘藷品種の中で、最も凍害に弱いものは、関東20号、高系13号等であつて、是等の品種は、 -4°C の温度で、15分で凍害を受ける。やゝ凍害に強いものは、農林1号、九州14号等であつて、35分で凍害が現われる。最も凍害に強い品種は尼ヶ崎で、67分経たなければ、凍害が現れない。

今回の研究に於いては、甘藷の凍害と共に、葉の中の還元糖の含有量をも測定したが、還元糖測定の方法は、ベルトラン (Bertrand) 氏法に依つて行つた。その成績は第3表の通りである。

第3表 甘 藷 品 種 の 還 元 糖 含 量

品 種	還 元 糖	凍害時間	品 種	還 元 糖	凍害時間	品 種	還 元 糖	凍害時間
関東20号	0.61%	15分	九州17号	0.72%	19分	九州8号	0.88%	35分
高系13号	0.64	15	農林8号	0.68	23	沖繩100号	0.71	55
兼 六	0.64	17	農林6号	0.65	25	隼 人	0.99	55
関東21号	0.70	17	九州13号	0.64	25	中国3号	0.82	55
高系4号	0.63	17	高系6号	0.82	27	農林7号	0.86	57
九州10号	0.68	17	関東22号	0.80	27	農林2号	0.88	57
中国2号	0.68	17	農林1号	0.84	35	尼ヶ崎	0.88	67
高系14号	0.69	19	九州14号	0.63	35			

第3表に依れば、凍害時間の遅いもの、即ち、耐凍性の強いもの程、特に還元糖の含有量が多い傾向が見えるので、凍害時間と、還元糖の含有量との相関表を作つた処、第4表の様な結果を得た。

第4表 還元糖と凍害時間の相関表

		還元糖含有量 (%) X						計
		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
凍害時間(分)	10							
	20	—	7	2	—	—	—	9
	30	—	3	—	2	—	—	5
	40	—	1	—	2	—	—	3
	50	—	—	—	—	—	—	—
	60	—	—	1	3	1	—	5
	70	—	—	—	1	—	—	1
計		—	11	3	8	1	—	23

第4表より、凍害時間と、還元糖含量との相関を求めた処。

$$r = +0.686$$

$$P.E.r = \pm 0.075$$

を得た。故に $\left. \begin{matrix} r > 0.5 \\ r > 6P.E.r \end{matrix} \right\}$ より両者の間に、正の相関が成立する事は確実である。

従来、植物の耐寒性に密接な関係をもつものとして、組織内の含糖量の多少について、屢々、論議されたが、今回の実験によれば、甘藷の還元糖含有量と、耐凍性との間に、極めて密接な関係が存在するものと考えられる。

但し、本実験は、還元糖のみの測定であつて、非還元糖の含有量については、調査未了であるから、今後、更に、研究を続行して、含糖量と耐凍性との関連について、詳細に考察し度い。

第 四 章 胡瓜及び南瓜の耐寒性に関する研究

材料及び方法

供試材料は、次に示す様に、胡瓜10品種、南瓜6品種である。

胡瓜： 日支胡瓜、地這胡瓜、大和三尺胡瓜、相模半白節成胡瓜、青大長胡瓜、四葉胡瓜、T号節成胡瓜、金沢節成胡瓜、落合系埼落胡瓜、土佐改良半白節成胡瓜。

南瓜： 会津早生、日向黒皮14号、鶴首、縮緬、黒皮甘栗、鉄かぶと。

供試材料として、胡瓜は40日苗の先端第2~4葉を用いたが、南瓜は、本圃定植後、開花結実中のものについて、先端部より第2~5葉を用いた。試験時期は次の通りである。

胡瓜試験時期 昭和26年7月20日~8月10日

南瓜試験時期 昭和26年9月10日~30日

供試温度(凍害検定温度)は胡瓜については、 -1°C を用い、南瓜については、 -3°C を用いた。

斯様に、胡瓜の温度をやゝ高くしたのは、南瓜に比べて、胡瓜の方が遙かに凍害を受け易いからである。

尚、実験は晴天の午前中に実施した。

実験成績

以上の様な、方法で行つた実験成績は第5~6表の通りである。表中の+印は3回にわたり行つた実験結果を表示したものである。

第5表 胡瓜品種の凍害試験成績（凍害温度-1℃）

品 種	凍 害 時 間																平均	
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
	10分	20分	30分	40分	50分	60分	70分	80分	90分	100分	110分	120分	130分	140分	150分	160分		
地 還	+++																5分	
日 支	++ +																8	
大和三尺	+ + +																12	
相摸半白 節 成		+++															15	
青 大 長			++ +														28	
四 葉			+ + +														32	
T号節成			+ + +														32	
金沢節成			+ + +														32	
落 合 系 崎 落								+	+	+							85	
土佐改良 半白節成															+	+	+	145

第6表 南瓜品種の凍害試験成績（凍害温度-3℃）

品 種	凍 害 時 間				平 均
	0—10分	10—20分	20—30分	30—40分	
会津早生	+++				5分
黒皮甘栗	+++				5
日向黒皮	+	++			12
鶴 首		+++			15
縮 緬		+++			15
鉄かぶと				+	32

第5表に依れば、胡瓜に於ける耐凍性の強弱は、品種に依つて可成りその差が顯著に認められた。即ち地還胡瓜或は自支胡瓜等の様な夏胡瓜は抵抗性が比較的弱く、半促成及早熟栽培用の品種である節成性胡瓜は概して耐凍性が強い。中でも土佐改良半白節成は半促成用品種として重要な品種であるが、その耐凍性は最も強かつた。

次に、第6表に依れば、南瓜品種の中で、耐凍性の最も弱いものは、会津早生及黒皮甘栗であつて、-3℃で5分で凍害を受ける。之に反して凍害に最も強いものは、鉄かぶとであつて、30分以上経たなければ、凍害が現はれない。

第 五 章 摘 要

(1) 此研究は、作物の耐寒性を知るために行つたものであるが、耐寒性の強弱を検定する方法として、作物の耐凍性を用いた。即ち、低温に於いて、作物の葉に凍害の現はれ始める迄の時間の長短を以つて、耐寒性の強弱を表す事にした。

(2) 大豆²⁴品種について、耐凍性を調べた処、凍害に最も弱い品種は、操、広島黒等であつて、-3℃に於いて、15分で凍害が現われた。之に対し、最も強い品種は、阿蘇、西村等で、58分経たなければ、凍害が現れなかつた。

(3) 甘藷²³品種について、-4℃で凍害時間を調べた処、最も寒さに弱い、関東20号及び高系13号は15分で凍害をうけたが、最も寒さに強い尼ヶ崎は、67分で凍害が現われた。

(4) 甘藷²³品種について葉の中の還元糖含量を調べた処、凍害に強いものは、概して還元糖含量が多かつた。即ち、両者の間に正の相関関係が存在する。

(5) 胡瓜 9 品種について、耐凍性の強弱を調べた処、凍害に最も弱い、地這胡瓜は、 -1°C に於いて、5分で凍害を受けたが、之に対して、凍害に最も強い土佐改良半白節成胡瓜は、145分(2時間25分)で漸く、凍害が現れた。

(6) 南瓜⁶品種について、耐凍性を調べたところ、凍害に最も弱い、黒皮甘栗、会津早生は -3°C に於いて、5分で凍害を受けたが、最も強い鉄かぶとは、30分以上たなければ、凍害が現れなかつた。

文 献

1. 安藤広太郎、植物の凍死及耐寒性に関する研究、農事試験場報告第44号 1919
2. Harvey, R.B., Hardening Process in plant and development from injury. Jour. Agr. Res. Vol. 15. 1918.
3. Harvey, R.B., Time and temperature factors in hardening plants. Amer. Jour. Bot. Vol. 17. 1930.
4. Hill, D.D. and Salmon, S.S., The resistance of certain varieties of winter wheat to artificially produced low temperature. Jour. Agr. Res. Vol. 35. 1927.
5. Peltier, G.L., Control equipment for the study of hardiness in crop plants. Jour. Agr. Res. Vol. 43. 1931.
6. Suneson, C.A. and Peltier, G.L., Cold resistance adjustments of field-hardened winter wheat as determined by artificial freezing. Jour. Amer. Soc. Agron. Vol. 26. 1934
7. Suneson, C.A. and Peltier, G.L., Effect of stage of seedlings development upon the cold resistance of winter wheat. Jour. Amer. Soc. Agron. Vol. 26. 1934.
8. 安田貞雄 大麦の耐寒性に就て、農学会報 288、295、1926. 1927.
9. 吉井義次 植物の凍死と耐寒性の問題、農業及園芸 第11巻 1936.

(昭和26年9月30日受理)

SUMMARY

On the Resistance of Crop Plants to Low Temperature

I Soy-bean, Sweet-potato, Cucumber and Pumpkin

by Chôyô INOUE, Tsutomu YAMASAKI and Masami MATSUURA

(*Plant Breeding and Horticulture Laboratory, Agriculture Faculty, Kochi University*)

This investigation has been undertaken to know the resistance of soy-bean, sweet-potato, cucumber and pumpkin to low temperature.

In the experiment, the resistance to low temperature is measured by the time required to cause freezing injury on the crop leaves at low temperature.

A different freezing temperature is used for each crop plant tested:

Crop plant	Freezing temperature
Soy-bean	-3°C
Sweet- potato	-4°C
Cucumber	-1°C
Pumpkin	-3°C

The following tables summarize the results obtained.

Table 1. Cucumber

Variety	Time required to cause freezing injury at -1°C
Zibai Nisshi	5 min. 8
Yamato Saujyaku Sagami Hanjiro Fushinari	12 15
Ao Onaga Sûyô	28 32
T-gô Fushinari Kanazawa Fushinari	32 32
Ochiaikei Sairaku Tosa Kairyo Hanjiro Fushinari	85 145

Table 2. Pumpkin

Variety	Time required to cause freezing injury at -3°C
Aizu Wase Kurokawa Amaguri	5 min. 5
Hyûga Kurokawa Tsurukubi	12 15
Chirimen Tetsukabuto	15 32

Table 3. Soy bean	
Variety	Time required to cause freezing injury at -3°C
Hiroshima Kuro Misao	15 min. 15
Shimobaba Tanba	15 18
Kuro Daizu Dekisugi	18 22
Yukikorogashi Kawahara	22 22
Bansei. No. 30 Shiro Daizu	32 32
Kumamoto Uchida	32 35
Shimokatsugi Yatsushiro	35 35
Shiro Daizu No.3 Fusanari	38 38
Mejiro No.1 Ipponsuzunari	48 48
Suzunari Hachigatu	52 52
Yahagi Zairai Kuro	52 55
Aso Nishimura	58 58

Table 4. Sweet Potato	
Variety	Time required to cause freezing injury at -4°C
Kantō No.20 Kōkei No.13	15 min. 15
Kantō No.21 Kenroku	17 17
Kōkei No.4 Kyūsyū No.10	17 17
Chūgoku No.2 Kōkei No.14	17 19
Kyūshū No.17 Nōrin No.8	19 23
Nōrin No.6 Kyūshū No.13	25 25
Kōkei No.6 Kantō No.22	27 27
Nōrin No.1 Kyūsyū No.14	35 35
Kyūsyū No.8 Okinawa No.100	35 55
Hayato Chūgoku No.3	55 55
Nōrin No.7 Nōrin No.2	57 57
Amagasaki	67

(Received September 30, 1951)

