

Immersion into Hot Water as a Controlling Measure of the Azuki Bean Weevil, *Callosobruchus chinensis*. Masayoshi YOSHIDA & Yasunori SUZUKI (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, Sizuoka University) Received Aug. 10, 1953. *Bo'yu-Kagaku* 18, 109—117 1953 (with English résumé 116)

22. 温湯浸漬によるアズキゾウムシの防除

吉田正義・鈴木康徳(静岡大学 農学部 応用昆虫学研究室) 28.8.10 受理

I. 緒 言

小豆は我国に於ける重要な豆類で晩近特に需要の増加したものであるが、貯蔵中アズキゾウムシ(*Callosobruchus chinensis* L.) の被害を受け易くその為播種用の種子すら発芽不能に陥る場合があつた。而して従来用いられている防除法は農業に依る方法、乾熱や日光の乾燥に依る方法、温湯浸漬に依る方法等であつたが、クロールピクリン、二硫化炭素等の燻蒸剤を使用する場合には材料が比較的少量である為、新に燻蒸箱を設備する必要がある点に於いて不便を感じる事や、又之等を使用した時発芽を著しく害する場合が屢起り、農家にとって之が使用は経済的にも技術的にも困難であろうと考えられた。BHC を使用する方法に就いては植木(1952)の報告があつたが一般に塩素剤を使用する場合は純度の高い場合を除いて、悪臭が附着して品質を落す恐れがあつた。

乾熱を使用する方法に就いてはコクソウ *Calandra oryzae* に関する河野(1943)、土屋(1943)及びアズキゾウムシに関する泊久(1951, a, b, 1952 a, b.) の熱抵抗に関する報告があつたが、乾熱を使用する場合は、温度を一定に保つ点に於いて技術的困難な事柄を伴う事が予想される。

温湯浸漬に依る方法は簡便で実用的である為一般農家では古くより用いられて来た方法であつたが、その使用に就いての詳細な報告がなされていなかった。

著者は温湯浸漬に依るアズキゾウムシの防除に関する知見を得んが為、又、他方にありては、昆虫に対する温度の作用機構に就いての知見を得んが為、アズキゾウムシ及び小豆を温湯に浸漬してそれが耐熱性に関する実験を行つた。然し温湯浸漬に依る小豆の変質の問題や、小豆の内部に潜む虫体に温度が到達する速度や、浸漬した小豆の乾燥に関する問題等、幾多の疑問の点が残されているのであるが、温湯浸漬に依るアズキゾウムシの防除の概要を明にする意味に於いて、その大要を報告した。

本文に入るに当り御校閲を賜つた京都大学教授内田俊郎博士、並びに実験に使用したアズキゾウムシの御送附の勞を蒙つた京都大学農学部昆虫学研究室及び飼育用小豆を御恵与された静岡大学農学部講師西原爾氏に対して深く感謝の意を表すると共に、種々御助

言を賜つた研究室員各位、並びに実験の補助を願つた中島藤夫氏にも深く感謝する。

II. 実験材料及び実験方法

実験に使用した小豆は静岡大学農学部農場で栽培された遠州地方在来の品種で、底部に飽和食塩水を入れて密閉した desicator 内に 30 日以上放置されたものであつた。アズキゾウムシは京都大学農学部昆虫学研究室に於いて長期間飼育されたもので、直径 10cm 深さ 5cm のガラス製容器に前記小豆を用いて 30°C に調節された恒温器内で増殖されたものであつた。

温湯処理は 80°C 以上を必要とする場合は直径 30cm 深さ 30cm のアルミニウム製の容器を、75°C 以下を必要とする場合は直径 40cm 深さ 20cm のガラス製の容器を使用した。温湯の温度の保持は温度調節器を備えた Immersed heater を使用し恒温水槽内の温度を均等にする為電動攪拌器を使用した。80°C 以上の場合は浸漬時間が僅少であつた為ガスに依る熱を使用した。浸漬に使用した容器(f)は直径 12mm 長さ 70mm のガラス製円筒で、その内部に小豆又はアズキゾウムシの加害した小豆を入れ両端をモスリンで覆つて一定時間市温水槽内に懸垂した。実験に使用した装置を示せば第 1 図に示す如くであつた。

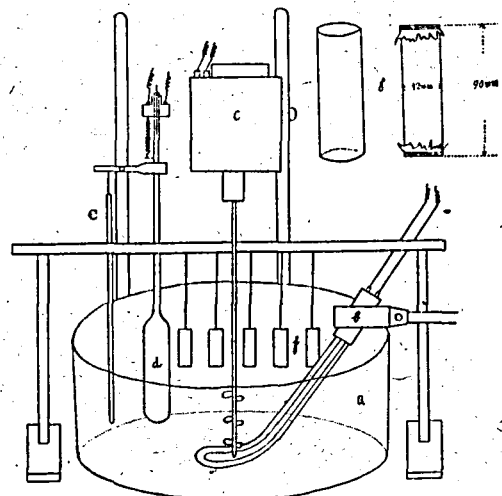


Fig. 1 The dipping apparatus.

a : water bath, b : immersion heater, c : stirrer, d : adjuster, e : thermometer, f : glass

小豆の発芽実験に於いては水槽の温度を一定に保ち、小豆を10粒ずつ入れた容器を一定時間浸漬した後取り出し濾紙上にならべて不要の水を取り去り、約60%の含水量の砂を入れたペトリ皿に一粒ずつ並べ、30°Cの恒温器内にて発芽試験を行つた。

殺卵及び殺虫実験に於いてはアズキゾウムシの寄生した小豆に対して所要の温湯処理を行つた後、ペトリ皿に入れて39°Cの恒温器内で飼育した。

III. アズキゾウムシの発育時期と温湯浸漬

アズキゾウムシの24時間以内に羽化した成虫を用いて小豆に産卵させ、12時間後之を取り出し各粒に1卵を残して残余の卵を削り取り産卵後1日目、3日目、5日目、10日目、18日目の個体に就いて40°C、50°C、60°C、70°C、の温湯に浸漬した後30°Cの恒温器内で飼育して10日目、又産卵後18日目の個体では最初の羽化成虫が出るまでの殺卵及び殺虫率に就いて調査した。従つてこの場合の殺虫率は温湯処理に依る直接の殺虫率に之が遠因となつて死亡した間接の殺虫率等の加味された総合的殺虫効果と考えられる。

35°C以下の温湯の場合はLT-95に5時間以上の浸漬を必要とする為、温度の影響より浸漬その他の影響が顕著に表われ応用的価値が少ない為実験を行わなかつた。又80°C以上の温湯は1秒以内でLT-95に達する為、浸漬操作を行い難く、更に1、2秒の如き短時間の浸漬は温度の影響が顕著に表われて実験出来なかつた。

各温度の温湯にアズキゾウムシを浸漬して死亡率を調べたが、対照区に若干の死亡率が表われたのでAbott (1925) の式に依り補正した。アズキゾウムシの発育時期に於ける40°C、50°C、60°Cの温湯浸漬に依る死亡率を示せば第1表に示す如くであつた。

第1表に依れば何れの場合も浸漬時間の増加につれて死亡率は増加し、或る時間に達して100%の値を示した。又実験は同じ浸漬時間で2回繰り返して行つたが、それ等相互間にも変異が認められた。それで平均

死亡率と各温度に於ける浸漬時間との関係を調べると、Strand (1930)、Bliss (1935) 等が示した薬量—死亡率曲線の様な Sigmoid curve に似た曲線が得られた、之等の実験成績の比較を行う為、此の曲線をアズキゾウムシの温湯に対する抵抗の変異曲線の累積度数曲線と見做して、Bliss (1935) の行つた薬量—死亡率の Probit 曲線の計算法を用いた。

Bliss (1935) は薬量をその対数値に死亡率をその Probit に転換して計算したが、内田、春川 (1947)、河野 (1943)、斎藤 (1950) 等は種々の煙蒸剤試験に依り得た成績に依り、薬量の対数関数を採用するより薬量の実数値を採用した方が直線的関係を示すのに適合すると報告した。本実験に於いても浸漬時間をその対数値に転換して計算するより、その実数値をそのまま採用した方で直線的に合致した。

死亡率に変化がみられたのは40°Cの温湯では何れも150分—330分、50°Cでは1分—20分、60°Cでは1秒—40秒、70°Cでは産卵後18日目を除いて1秒—2秒以内であつた。特に60°Cの温湯浸漬の場合では産卵後1日目、3日目、5日目に於いて1秒浸漬ですでに夫々62.2%、80.0%、63.9%の死亡率が得られた。従つて之等の場合は実験区が非常に少なくなつたが、全体としての傾向は概ね類推する事が出来た。第1表にもとずき浸漬時間の実数値を用いた Bliss の Probit 法に依り50%死亡率時間 (LT-50)、95%死亡率時間 (LT-95) を算出すれば第2表に示す如くであつた。

何れもアズキゾウムシの各温湯に対する感受性の変異が正規分布を示すという仮定の上になつて、処理時間の実数値に対する Probit 一回帰線の直線性を調べたのであつたが、60°Cの温湯浸漬の場合の産卵後18日目を除いて何れも χ^2 検定は合格して曲線は正規分布を示した。又60°Cの1日目、3日目、5日目のLT-50は何れも負の値を示したが、之は温湯に浸漬する前に死亡した事を示すわけであるが、何れも1秒以内の浸漬に依る死亡率が高い為1秒以内の実験が出

Table 1 Time-mortality data of insects immersed into hot water

Duration of immersion	Mortality at 40°C					Duration of immersion	Mortality at 50°C					Duration of immersion	Mortality at 60°C				
	days after oviposition						days after oviposition						days after oviposition				
	1	3	5	10	18		1	3	5	10	18		1	3	5	10	18
min.	%	%	%	%	%	min.	%	%	%	%	%	sec.	%	%	%	%	%
150	30.0	45.0	33.3	35.0	35.0	1	16.7	23.6	17.7	10.5	5.0	1	62.2	80.0	63.9	22.5	
180	50.0	50.0	44.4	55.0	40.0	2	27.8	33.2	17.7	21.1	12.5	3	70.3	88.6	83.3	40.0	0
210	70.0	65.0	61.1	55.0	60.0	5	38.9	58.7	47.1	33.8	37.5	5	76.0	97.1	91.7	72.5	2.5
240	75.0	70.0	66.7	65.0	70.0	10	52.8	79.2	76.5	68.4	57.5	10	89.2		100	97.5	5.0
												13					75.0
270	90.0	85.0	77.8	85.0	85.0	15	80.6	94.4	94.1	94.7	85.0	15	100			100	75.0
300	95.0	95.0	88.9	90.0	95.0	20	100	100	100	100	100	20					77.5
												25					90.0
330	100	100	100	100	100							40					100

Table 2. Fitness test of linearity of time-mortality curves.

Temp.	days after oviposition	$Y=a+b(x-X)$	S	χ^2	$P\chi^2$	N	LT-50	LT-95
40°C	1	$Y=5.4474+0.0149(X-213.0149)$	67.340	0.890	$Pr>0.801$	4	min. 182.888	min. 293.637
	3	$Y=5.5594+0.0117(X-223.0137)$	85.251	1.550	$0.801>Pr>0.572$	4	175.324	316.398
	5	$Y=5.4279+0.0123(X-225.7413)$	81.301	1.080	$0.801>Pr>0.572$	4	190.957	324.683
	10	$Y=5.4470+0.0119(X-224.0992)$	84.034	2.385	$0.572>Pr>0.392$	4	186.540	324.765
	18	$Y=5.4445+0.0138(X-223.1013)$	72.464	1.071	$0.801>Pr>0.572$	4	190.891	310.058
50°C	1	$Y=5.0457+0.1312(X-8.0950)$	7.622	3.200	$0.233>Pr>0.135$	3	min. 7.746	min. 20.284
	3	$Y=5.1889+0.1596(X-5.6131)$	6.266	2.414	$0.368>Pr>0.223$	3	4.430	14.739
	5	$Y=4.9828+0.1882(X-6.0069)$	5.313	0.528	$Pr>0.607$	3	6.098	14.833
	10	$Y=4.8626+0.1928(X-6.1723)$	5.187	0.618	$Pr>0.607$	3	6.885	15.416
	18	$Y=4.8778+0.1732(X-7.5559)$	5.774	3.428	$0.223>Pr>0.135$	3	8.262	17.759
60°C	1	$Y=5.7624+0.1237(X-5.1611)$	8.084	1.713	$0.607>Pr>0.368$	4	sec. -1.002	sec. 12.295
	3	$Y=6.2212+0.2731(X-2.6096)$	3.662	0.407	$Pr>0.607$	2	-1.865	4.161
	5	$Y=5.9257+0.2470(X-3.1531)$	4.049	0.552	$Pr>0.607$	3	-0.594	6.065
	10	$Y=5.2785+0.2970(X-4.4261)$	3.367	3.075	$0.223>Pr>0.135$	4	3.488	9.027
	18	$Y=5.0295+0.1729(X-15.9270)$	5.784	24.297	$0.00003>Pr>0.00002$	4	15.757	25.270

来なかつた事に起因するのであろう。実験誤差と考えて1秒として取り扱つた。

60°C の温湯の18日目の χ^2 検定は 24.297 で合格せず Probit - 回帰線は正規分布を示さなかつた。即ち此の場合に於いては温湯浸漬に依る影響の外に他の或る影響が作用している様に想像された。

内田 (1941) は 30°C で飼育したアズキゾウムシの幼虫期に於ける各日の頭部の長さ及び幅の測定をその生長期間中に行い、卵期・幼虫期・前蛹期・蛹期の経過日数に就いて明にした。之を参照すれば、産卵後1日目は卵期、3日目は卵期の後期、5日目は1齢虫と卵の混合、10日目は3齢虫、18日目は蛹期であつた。

此所に於いて想像される事は産卵後18日目は小豆の内部に食入して大きな空洞を作り、その中で蛹化する時期であつた。その為比較的高温を短時間作用させる場合小豆の内部に棲息するアズキゾウムシに対して温度刺激が到達するのに遅延がある為温度の作用機構が違つて来るのではなからうかと思考された。

此の様に 60°C 温湯の産卵後18日目の χ^2 検定は合格しなかつたがその傾向を知る意味に於いてそのまゝ採用した。

アズキゾウムシの发育時期と浸漬した各温湯の温度の LT-50, LT-95 との関係を示せば第2図に示す如くであつた。

50°C の温湯の LT-50 に就いてみれば最も抵抗性の強い時期は産卵後18日目で次は1日目、10日目、5日目、3日目の順であつた。即ち卵期の初期は抵抗性

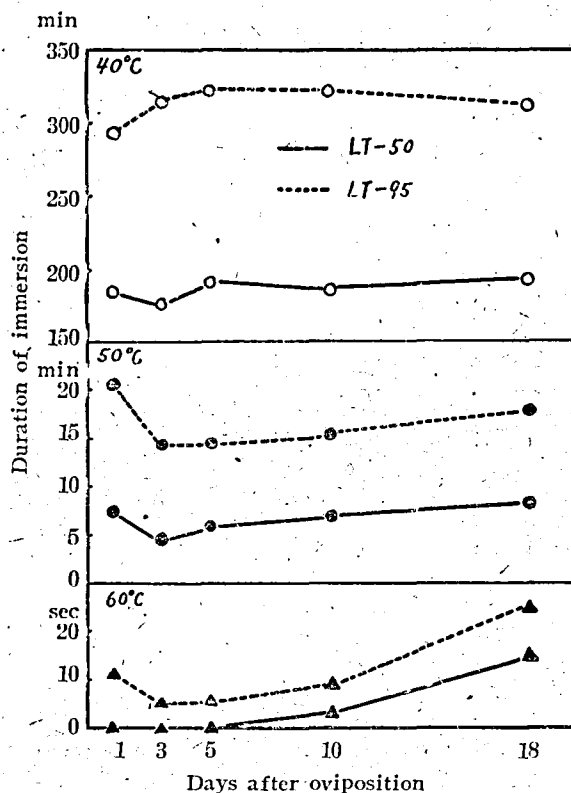


Fig. 2 LT-50 and LT-95 at various stages of preimaginal growth when insect immersed into 40°C, 50°C and 60°C of water.

は相当強くあつたが、卵期の終りに最も弱くなり以後生長と共に抵抗性も増大した。著者の一人吉田(1948)は Pyrethrin の異つた濃度の溶液にカイコ *Bombyx mori* = カメイガ, *Chilo simplex* ヨトウムシ, *Barathra brassicae* の幼虫を浸漬して齢期の相違に依る抵抗性に就いて調査して、カイコ1齢期を除いて齢期の進むにつれて抵抗性も増大した事を報告したが50°Cの場合も概ね之と同様であつた。LT-95もLT-50と概ね同様な傾向を示した。

60°Cの温湯のLT-50に就いてみれば、産卵後1日目、3日目、5日目は何れも1秒以内で死亡し抵抗性は弱くなつたが、以後生長と共に抵抗性は増大した。卵の様な小形の物に比較的高温な温湯が直接作用する場合では、温湯の現効が特に強く作用する事や、他方に於いて齢期が進むにつれて小豆の内部に食入している個体には温湯は短時間では作用しにくい事等が思考された。60°CのLT-95は50°Cの場合と同様の傾向を示した。

70°Cの産卵後1日目、3日目、5日目に於いては

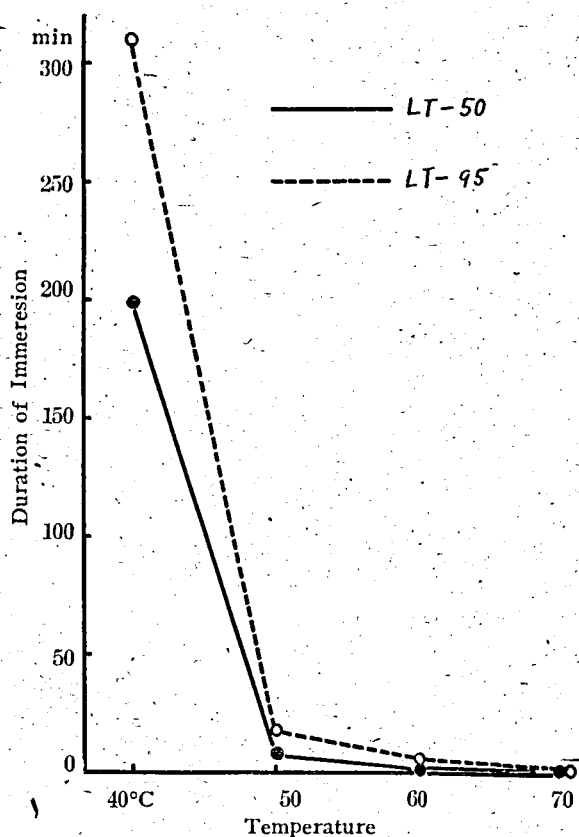


Fig. 3 Relations between temperature and LT-50 and LT-95 at the 18th day after oviposition.

1—2秒の浸漬で死亡率が100%に到達した為実験出来なかつたが18日目に於いて概ねその傾向を知る事が出来た。

70°Cの温湯浸漬に依る産卵後18日目のLT-50は3.32秒(0.055分)LT-95は9.40秒(0.16分)であつた。

40°CのLT-50に就いてみれば齢期に依り大なる抵抗性の相違は認められなかつた。此の場合の浸漬時間は約180分以上で相当長期に亘り、温湯の影響あり浸漬の影響の方が強く表れる様に思考された。

IV. 温湯の温度と浸漬時間

アズキゾウムシの发育段階に於いて抵抗性の最も強い時期は産卵後18日目であつたので、このLT-50, LT-95をX軸にとり温湯の温度をY軸に取り図示すれば第3図に示す如くであつた。

若干実験に不備の点はあるが、大体 Porodko (1926), Béleharádek (1935) の提示した $Z = \frac{A}{tm}$ (Zは致死時間, tは温度, A, m, は恒数) を適用出来るのではなからうかと考えられたので、浸漬時間の対数をX軸に温湯の温度の対数をY軸にとれば、LT-50, LT-95は何れも直線的關係を示した。

アズキゾウムシを温湯浸漬に依り防除する意味に於いてLT-95を用いば、40°Cでは約310分、50°Cでは17.76分浸漬する事が必要であつたが、特に浸漬する小豆の量や温湯の量等の關係に依り湯の温度の降下等併せ考えられ実際には応用出来にくいと考察された。60°Cでは0.42分、70°Cでは0.16分(9.40秒)であつた。即ち実際に応用出来る温度は60°C以上であらうと思考された。

V. 浸漬した温湯の温度及びその浸漬時間と小豆の不発芽率

小豆の如く厚いクチクラで覆われている種子は乾湿等の環境の変化に対する抵抗性が強く、又発芽試験の結果では或る程度的高温湯浸漬は発芽を促進齣一にして発芽歩合は良好であると報告されている。

著者はアズキゾウムシの温湯浸漬に依る殺虫実験を行うと共に、他方にありては温湯浸漬に対する小豆の抵抗性に就いての知見を得んが為、浸漬温度及び浸漬時間と不発芽率に就いても実験を行った。

不発芽率は温湯浸漬後相当変化したのであつたが、一例として50°Cに於ける温湯処理後の不発芽率の変化に就いて示せば第3表の如へであつた。

Table 6. Relations between dipping time and none-germination rate after treated at 50°C.

No. of days after treatment	Dipping times in minute									
	min 40	60	90	120	150	180	210	240	270	
1	100	96.7	77.5	086.7	93.3	95.0	100	100	100	%
2	46.7	50.0	45.0	53.3	60.0	80.0	95.0	93.3	100	%
3	6.7	13.3	30.0	46.7	53.3	70.0	85.0	93.3	100	%
4	0	3.3	20.0	36.7	46.7	65.0	80.0	93.3	100	%
5	0	3.3	20.0	36.7	46.7	65.0	80.0	93.3	100	%
6	0	3.3	20.0	36.7	46.7	65.0	80.0	93.3	100	%

即ち不発芽率は処理後1日目及び2日目では安定せず3日目に至りて漸くその傾向が認められ、4日目以降になりて発芽した個体と発芽しない個体を区別する事が出来た。然し処理後1週間を過ぎると菌や細菌等他の要因に依る影響が強く表われ調査を困難にした。

他の温度に於いても概ね同様な傾向を認めたので、不発芽率は処理後4日目のものを採用する事にした。

又予備実験として45°Cの温湯処理を行つたが処理後1時間—3時間浸漬しても発芽は可能であつたが、3時間を越えると小豆の変色が甚しくあつた。又100%の不発芽率を得るには7時間以上を必要としたが実用上用いられないので45°C以下の温湯に依る不発芽率の実験は行なかつた。温湯を夫々97°C, 90°C, 80°C, 75°C, 70°C, 65°C, 60°C,

50°C, に保ち各温度毎2回—4回実験を重ねた。

浸漬した温湯の各温度に於ける浸漬時間と小豆の不発芽率に就いて示せば第4表に示す如くであつた。

第4表に依れば何れの場合も浸漬時間の増加につれて不発芽率も増加してある時間に達して100%に達し

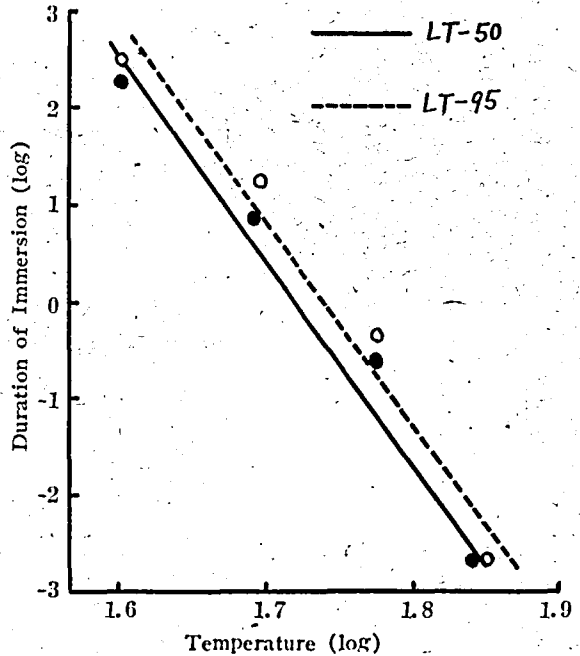


Fig. 4. Relation between temperature (log) and duration of immersion (log) at the 18th day after oviposition.

Table 4. Time-none-germination rate of bean immersed into the hot water of various temperature

50°C		60°C		65°C		70°C		75°C		80°C		90°C		97°C	
Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate	Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate	Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate	Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate	Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate	Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate	Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate	Dura- tion of immer- sion	None germi- nation rate
min. 40	0	min. 40	0	min. 20	0	min. 25	0	min. 5.0	0	min. 1.0	2.5	Sec. 1	0	Sec. 1	10.0
60	3.3	60	6.7	40	13.3	30	35.0	7.5	13.3	1.5	15.0	5	6.7	3	10.0
90	20.0	90	23.3	60	33.3	35	40.0	10.0	20.0	2.0	45.0	7	20.0	5	30.0
120	36.6	100	33.3	80	50.0	40	46.7	12.5	25.0	2.5	50.0	10	33.3	7	45.0
150	46.7	120	46.7	100	60.0	45	65.0	15.0	36.7	3.0	75.0	13	56.7	10	75.0
180	65.0	140	60.0	120	75.0	50	70.0	20.0	70.0	4.0	95.0	15	70.0	15	90.0
210	80.0	160	66.7	160	90.0	55	73.3	25.0	85.0	5.0	100	20	83.3	20	95.0
240	93.3	180	80.0	200	96.7	60	83.3	30.0	95.0			25	90.0	25	100
270	100	200	83.0	220	100	65	90.0	35.0	100			30	96.7		
		220	93.0			70	96.7					35	100		
		240	100			75	100								

た。又浸漬時間-不発芽率曲線は Sigmoid curve が得られたので Bliss (1935) の提唱した薬量-死亡率の Probit 曲線の計算法を用いて成績を比較した。

5% 不発芽時間 (LT-5), 50% 不発芽時間 (LT-50), 95% 不発芽時間 (LT-95) を算出すれば第5表に示す如くであつた。

第5表に依れば χ^2 検定は何れも合格して、各温度の温湯に対する小豆の有害刺戟の感受性の変異は正常分布を示した。

更に小豆の胚子に対する熱刺戟の作用機構に就いての知見を得る為、温湯の温度を X 軸に浸漬時間を Y 軸にして LT-95, LT-50, LT-5, を図示すれば第5図に示す如くであつた。

最も確からしきの高い LT-50 に就いてみれば、97°C-80°C に於いては浸漬時間は非常に短かくあつたが、75°C を越えると浸漬時間は漸次増大して 70°C-60°C に於いては殆んど直線的に増大した。然し 50°C では温度の低下に比較して浸漬時間は増大されなかつた。即ち温度が降下した制りに死亡率は減少しなかつた。50°C では相当長時間浸漬する事が必要である為、恐らく浸漬に依る影響と温度に依る影響が重つて表われた事に依ると思考された。

又 80°C-97°C の如く高い温度が短時間に作用する場合に於いては浸漬する事に依り温度が致死的に作用する為曲線は直線に近くなつたと思考された。

此の傾向は LT-95, LT-5 に於いても概ね同様であつた。

前述の如く 50°C の場合を除いて 97°C-60°C に於いては Porodko (1926) が提示した (Beleharádek, 1935 に依る)。

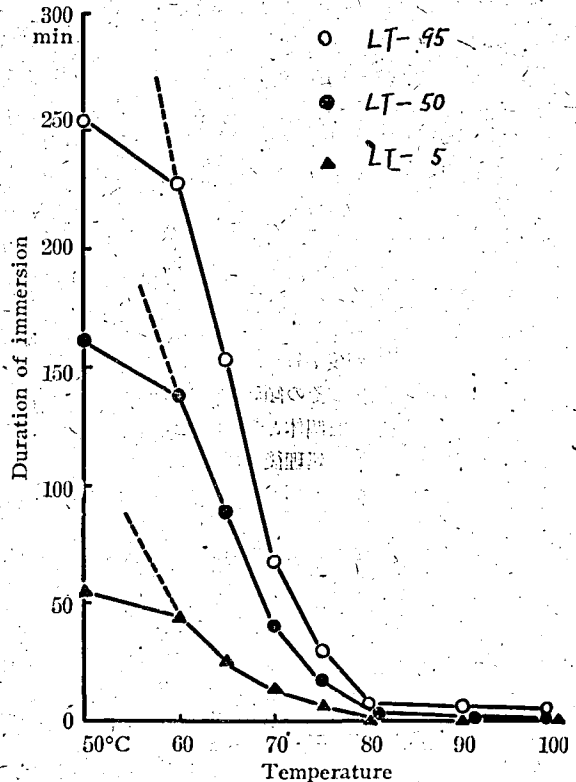


Fig. 5 Relations between temperature and LT-5, LT-50 & LT-95.

Table 5. Fitness of linearity of time-none-germination rate curve for each immersion temperature.

Temperature	$Y=a+b(x-X)$	S	χ^2	$P \chi^2$	N	LT-5	LT-50	LT-95
50°C	$Y=5.0123+0.0165(X-152.3917)$	60.606	1.721	$0.607 > Pr > 0.368$	5	min. 51.937	min. 161.648	min. 251.339
60	$Y=5.0623+0.0184(X-135.9538)$	54.348	3.593	$0.808 > Pr > 0.676$	7	43.168	139.336	221.962
65	$Y=4.9380+0.0206(X-86.5770)$	48.600	4.756	$0.406 > Pr > 0.287$	5	25.236	88.992	152.748
70	$Y=5.2990+0.0579(X-46.6710)$	17.277	6.176	$0.423 > Pr > 0.321$	7	13.081	41.500	69.919
75	$Y=4.6912+0.1355(X-14.9003)$	7.380	2.113	$0.736 > Pr > 0.558$	5	5.040	17.180	29.319
80	$Y=4.8078+1.1458(X-2.2298)$	0.873	2.729	$0.572 > Pr > 0.392$	4	0.678	2.398	3.549
90	$Y=4.8802+0.1371(X-12.3620)$	7.294	5.634	$0.416 > Pr > 0.306$	6	sec. 1.239 min. (0.0207)	sec. 13.236 min. (0.2206)	sec. 25.235 min. (0.4206)
97	$Y=4.8582+0.1809(X-7.2467)$	5.528	4.556	$0.406 > Pr > 0.287$	5	sec. -1.062 min. (-0.0177)	ec. 8.034 min. (0.1339)	sec. 17.124 min. (0.2854)

$$Z = \frac{A}{t_m}$$

の式が適用出来るものとして温度の $\log$ を X 軸に浸漬時間の $\log$ を Y 軸にとれば第6図に示す如く LT-95, LT-50, LT-5 は何れも直線的関係を示した。

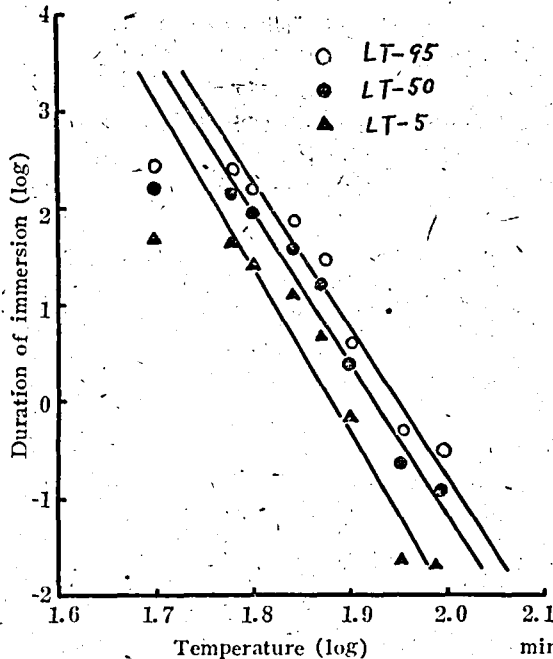


Fig. 6 Relation between temperature and LT-5, LT-95, LT-95 in logarithmic scale.

清久(1951)は *Callosobruchus chinensis* の成虫を乾熱に依り殺虫して之が熱抵抗に関する実験を行い、44°C では Sigmoid Curve は左右相称であつたが、それ以上の温度(53°C)では歪があり然もその歪の具合は 44°C を中心に温度が降下すれば(40°C)互に逆になつた。換言すれば乾熱に対する昆虫の抵抗性に曝露時間の実数という同一種函数に対して常に正規分布を示すとは限らないと報告した。更に1952年には乾熱を作用する場合には作用温度の相違に依り昆虫体より発散する水分の量等に変化がある為、関係制度の影響等が乾熱の作用と重なつて影響する為に起るのであると報告した。

然し温湯に浸漬する場合に於いては温度以外の影響が表われた為に刺戟の感受性の変異は正規分布を示したものと思考された。

浸漬時間が極端に長時間必要である場合は、浸漬に依る影響が表われ又温度が極端に高い場合には、温度の強効の影響が表われた。

VI. 温湯浸漬に依るアズキゾウムシの防除としての温度と浸漬時間

害虫を防除する場合最も重要なことは植物を損傷せず害虫を完全に駆除する事が望ましい。種々論議の余地があるが、アズキゾウムシの駆除限界を LT-95, 小豆の不発芽限界を LT-5 と置き各浸漬温度に対する夫々の浸漬時間を求めれば、此の両曲線に依り区割される部分がアズキゾウムシの防除に採用されるべき温湯の温度と浸漬時間であろうと考えられる。

アズキゾウムシの LT-95, 小豆の LT-5 を図示すれば第7図に示す如くであつた。

第7図に依れば小豆の LT-5, アズキゾウムシの LT-95 の両曲線のなす幅の最も広い温度は 60°C であり、此の温度を境としてその幅は漸次狭くなつた。70°C を過るとアズキゾウムシの抵抗性は急に減少した。又 80°C を過ると小豆の抵抗性も急に減少してその幅は狭まつた。

アズキゾウムシの LT-95, 小豆の LT-5 の両曲線のなす幅を温湯浸漬に依るアズキゾウムシの防除に於ける安全度とすれば、最も安全度の高かつたのは 60°C で次は 50°C, 65°C, 70°C, 75°C の順であつた。80°C を越えると浸漬時間は極めて縮少す為危険であつた。60°C では殺虫の為相当長時間の浸漬が必要であつたが、浸漬時間が約40分を越え

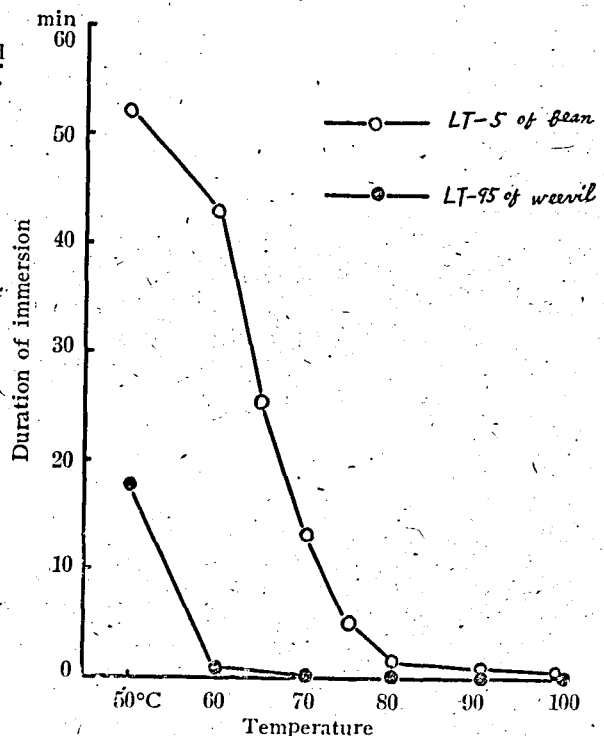


Fig. 7. Safety margin of water temperature and the duration of immersion for controlling the azuki bean weevil

ると浸漬の影響が表われる恐れのある外に、小豆の色素が流出する為応用され難い。

実際に応用出来る温度の範囲は 60°C より 70°C までと考えられた。

尚、昆虫が受ける実際の温度刺激は浸漬に用いた温湯の量、浸漬時間の長短、小豆の量等に関係して、浸漬中に温度は次第に下降する事にも関聯する。又浸漬時間を短くすることは小豆の乾燥を早める上に於いて有利である為、使用温度は危険でない限り高温である事が望ましい。此の意味に於いてアズキゾウムシの加害を受けた小豆1升を 70°C の温湯に5分間浸漬して乾燥した後貯蔵すれば完全に初期の目的を達成する事が出来た。

VII. 摘 要

(1) 温湯処理に依りアズキゾウムシを防除せんが為、小豆及びアズキゾウムシの寄生を受けた小豆を温湯に浸漬して、小豆及びアズキゾウムシの温湯浸漬に対する抵抗性に就いて調査した。

(2) 各温度の温湯に対するアズキゾウムシの感受性の変異は何れも正規分布を示したが、60°C の産卵後18日目は正規分布を示さなかつた。之はアズキゾウムシが小豆の内部に棲息する場所に変異がある為、温熱に対する感受性に變異を生じた結果であろうと思われた。

(3) アズキゾウムシの各发育時期の抵抗性に就いて 50°C の場合の LT-50 を比較すれば、最も強い時期は産卵後18日目(蛹期)で次は、1日目(卵期初期)、10日目(3齡虫)、5日目(1齡虫)、3日目(卵期の終期)の順であつた。

(4) 40°C に於いては齡期に依る大きな抵抗性の相違は認められなかつた。之は温湯の刺激より浸漬の影響に依るものと思われた。比較的抵抗性の強い卵期の初期は 60°C に於いては抵抗性は弱く3日目、5日目と概ね同様であつたが、以後发育と共に抵抗性は増加した。

之は发育により単位面積に対する抵抗性が増加する為であろうと考えられた。

(5) 温湯浸漬に依りアズキゾウムシを防除する意味に於いて産卵後18日目の LT-95 を用いれば、40°C の温湯では 310分、50°C では 17.76分、60°C では 0.42分、70°C では 0.16分(9.4秒)、浸漬する必要があつた。然し 40°C、50°C では長時間の浸漬が必要である為、実際には応用されにくい。実際に応用される温度は 60°C 以上であろうと思われた。

(6) 各温度の温湯に対する小豆の感受性の變異は何れも正規分布を示した。

(7) 97°C—80°C の温湯浸漬の場合の LT-50 に就いてみれば浸漬時間は 0.33分—2.40分 で極めて短

時間であつたが、75°C を降下すると浸漬時間は漸次増加し 70°C—60°C に於いては直線的に増大した。然し 50°C では温度の低下に比較して浸漬時間は増大しなかつた。

(8) 小豆の場合に於いても、高温の温湯を比較的短時間作用させる場合温度の残効が作用し、低温の温湯に比較的長時間作用させる場合浸漬そのものの影響が表われた。

(9) 小豆の LT-5 及びアズキゾウムシの LT-95 の両曲線のなす幅を各温度の温湯に対する安全度と考えれば、60°C の場合が最も広く 50°C、65°C、70°C、75°C、80°C の順であつた。80°C を越えると、小豆の抵抗性は急に減少した。

(10) アズキゾウムシの防除の為、応用しうる温湯の温度の範囲は 60°C—70°C であろうと推察された。

(11) アズキゾウムシの加害を受けた小豆1升を 70°C の温湯に5分間浸漬する事に依り完全に防除する事が出来た。

参考文献

- Beleharadek J. (1935) Temperature and Living Matter.
 Bliss, C. I. (1935) Ann. Appl. Biol. 22; 134—167.
 春川忠吉 (1934) Ber. Ohara, Inst. Landwirt. Forsch., 6: 400—402.
 清久正夫 (1951) 京都学芸大学学報, 1: 89—100.
 — (1951) 防虫科学, 16: 119—130.
 — (1952) 防虫科学, 17: 156—161.
 河野達郎 (1943) 関西昆虫学会報, 12: 76—95.
 — (1951) 防虫科学, 16: 62—74.
 河野達郎, 内田俊郎 (1950) 防虫科学, 15: 123—133.
 斎藤哲夫 (1950) 防虫科学, 15: 54.
 Strand, A. L. (1930) Industr. Eng. Chem., 2; 4.
 土屋 孝 (1943) Ber. Ohara, Inst. Landwirt. Forsch., 9: 203—205.
 内田俊郎 (1941) 植物及動物, 9: 322—328.
 内田俊郎, 春川忠吉 (1947) 防虫科学, 7.8.9: 16—29.
 植木邦和 (1952) 防虫科学, 17: 103—106.
 吉田正義 (1948) 防虫科学, 10: 60—68.

Résumé

(1) In order to control the damage of the Azuki bean by *Callosobruchus chinensis* L. by the immersion of hot water, the resistance of the Azuki bean and the Azuki Bean Weevil to hot water of various temperatures were examined.

(2) The susceptibility of insect to hot water is shown by a cumulative curve of symmetrical

normal curve, excepting the curve on the 18th day after the oviposition at 60°C. It seems that this exception is caused by the difference in the excavating place of weevils.

(3) At 50°C of hot water, the susceptibility of weevil takes the lowest value at the 18th day after oviposition (pupal period) and decreases in descending order at the 1st day (the first stage of egg period), at the 10th (3rd instar), at the 5th day (1st instar) and at the 3rd day (the termination of egg period), when comparing by the median lethal time (LT-50).

(4) The susceptibility at 40°C shows almost similar value regardless the different stages of growth. It is probably due to the influence produced by the dipping itself, not by temperature.

At the initial stage of egg period, the 3rd day and the 5th day after oviposition, the susceptibility at 60°C is comparatively higher than at other stages, while, after that the susceptibility decreases with the growth. It seems that this decrease depends upon the ratio, body size to body surface, which decreases with the progress of insect age.

(5) Susceptibilities on the 18th day after oviposition are 310 min., 17.76min., 0.42min. and 0.16min. (9.40sec.), respectively in the cases of 40°C, 50°C, 60°C and 70°C When indicated by the 95% lethal time (LT-95).

The temperature of 40°C and 50°C could not be available in practice of control because in these cases long duration of immersion is needed

to kill the weevil. It seems that the temperature higher than 60°C is suitable to kill.

(6) The susceptibility of Azuki bean to hot water is shown by the cumulative curve of symmetrical normal curve.

(7) In 97°C-80°C of hot water, such short durations of immersion as 0.33 min. 2.40 min. are sufficient to attain LT-50. As descending temperature, the duration of immersion increases gradually at 75°C, linearly at 70°C-60°C. At 50°C the duration time does not increase as temperature falls.

(8) When the Azuki bean is immersed into the water of comparatively higher temperature, the influence produced by temperature is stronger than that produced by lower temperature; and when the bean was immersed into the water of comparatively lower temperature, the influence made by dipping appears remarkably.

(9) In order to know the availability of the present immersion method, the safety margin which ranges between LT-5 of bean and LY-95 of weevil is determined. The widest part situates at 60°C and 50°C, 65°C, 70°C, 75°C and 80°C in descending order. The susceptibility of bean increases rapidly above 80°C.

(10) For complete control of the pest, the range of temperature of hot water should be from 60°C to 75°C.

(11) The damage on beans caused (1.804 Litres) by the weevil should be completely controlled by dipping the bean into hot water of 70°C for 5 min.

Studies on the Inhibition of Enzymes by the Antibiotics. Part. 2 Inhibition of Cholinesterase by Unsaturated Ketones. By Minoru KAMODA, Tatsuo CHIBA, Kazuo MORI, and Nobuo ITO (Department of Agricultural Chemistry, Hokkaido University.)
Received Aug. 12, 1953. *Botyu-Kagaku* 18, 117, 1953. (with English résumé 121)

23 抗生物質による酵素阻害反応に関する研究 (第2報) 不飽和ケトンによるコリンエステラーゼ作用の阻害 鴨田 稔*, 千葉辰雄, 森 量夫, 伊藤信夫 (北海道大学 農学部 農芸化学科) 28.8.12 受理

不飽和ケトンの殺虫作用及び抗菌作用に就いては多くの報告があるが、その作用機構、特に殺虫作用の立場から不飽和ケトンの作用機構を検討した報告は無い。

筆者等は前報^①に於て、生活細胞に不飽和ケトンを加える事によつてそこにかかる個々の現象からその作用機構を解析する事もこの機構を解明する上に重要な一方法と考え、先づ papainase に対する不飽和ケトンの作用を生活細胞に生成する代謝物質の拮抗と単一酵

* 現在日本精糖工業会技術部勤務, 旧姓渡辺