

Effect of Environmental Temperature upon Rice Leaf-Hoppers. Chukichi HARUKAWA
(Faculty of Agriculture, Okayama University). Received Jan. 20, 1951. Botyu-Kagaku 16-I,
1, 1951 (with English résumé 10.).

1. 稻の害虫浮塵子類に対する温度環境の影響に就いて *

春 川 忠 吉 (岡山大学農学部) 26. 1. 20. 受理

1. 緒 言

本研究は昭和 18 年日本學術振興会の奨助によって始められたものである。本研究を企てた理由は本邦に於ける稻作の二大害虫である脊白浮塵子及び藍色浮塵子の大発生が環境の温度と密接な関係を有するものであると推定されるが、從來この方面に関する生理的或は生態学的研究が極めて少く、不明のことが多いのを遺憾に思つたからである。しかし吾々の有する設備、並に其の他の研究上の事情は吾々の希望を実現するを得ざらしめたのは甚だ遺憾に思うのであるが、一応、今迄に得たる結果を茲に報告することとする。茲に報告を公にするに當つて 3 箇年間にわたつて援助を与えられた日本學術振興会に対して深甚なる感謝の意を表す次第である。なお本研究にあつて材料である浮塵子を岡三回にわたつて送り届けて研究を援助していただいた農林省農事試験場の湯淺波部並にその他の昆虫部員の方々に對しても厚く御礼を申上げる。なおこの研究の遂行にあつて援助して下さつた昆虫研究室諸君に深く感謝する。

2. 本研究の目的及範圍

本邦稻作の大害虫である脊白浮塵子及び藍色浮塵子の 2 種を材料とし環境温度と發育速度、繁殖率、死亡率、越冬等の諸問題との関係を研究し浮塵子の発生、消長の原因探究並に其の防除の基礎資料を獲んとするにあつた。

3. 研究 方 法

兩種の浮塵子を室溫並に恒温槽に於て飼育し、温度と産卵前期間、産卵期間、孵化率、卵期間、幼虫期間、幼虫期の死亡率、産卵数等との關係並に温度と越冬との關係等を研究し、尙お他面に於ては野外に於いて兩種浮塵子の出現状況、越冬場所及越冬の状況等の觀察を行い、之等と実験結果とを比較考察することにした。然るに冷凍機を裝置してある恒温槽に全部故障を生じ之を修理することを得ず、爲に当初に計画した各種の恒温に於ける実験を遂行し得ざる事情に立ち到つたので、僅に室溫並に地下室の室溫に於いて実験を行うより外はなかつた。従つて下に述べる実験はそれ等が行われた期間に基いて其の平均気温を算出し、その平均気温に基いて成績を整理考察することとした。

尙おこゝに記さなければならぬ大なる困難は浮塵子の飼料となる稻についてである。理想を言うならば常に一樣なものをを用うべきであるが、稻は生長と共に恐らく其の飼料としての性質に差異を生ずるを免れることは出来ないであらうし、吾等は一年中を通じて稻を播種育成する便宜を有たなかつた。このような理由から吾々の実験に於いては飼料たる稻が実験結果に少なからざる影響を与えたことを否むことは出来ない。

成虫の保護、産卵、卵の保護、幼虫の飼育等はすべて有底の硝子筒に布片を用いて覆いたるものの中で行つた。而してこの際少量の水分を硝子筒の底に保つように注意した。従つて管内の關係湿度の調節は行わなかつたけれども管内は略ぼ 100% に近い關係湿度に保たれたと云うことが出来る。

本研究に當つては飼料として「京都旭」を用いた。本研究とは直接の關係はないが、この外に尙お 2, 3 の他の品種を飼料として用いて見たのであるが、飼育に成功した浮塵子の数が甚だ少かつたので品種の差異が浮塵子の生態的性質に何等かの影響を及ぼすか否かを知ることを得なかつた。

4. 実験結果並にその考察

從來發表された浮塵子類に関する報告は少くない。しかしながら、環境温度の生態的性質に及ぼす影響に関する実験的研究の成績は極めて少く、僅に江崎第三博士及び其の協同研究者の報告 (1), (2), (3), (4) 並に村田藤七氏の報告 (5) がある位のものである。博士等はその多年の努力と経費との賜として信憑すべき成績をあげて居られるが、しかし、猶取り扱つてない生態的或は生理的性能は少くない。こゝに筆者等の收めた結果を述べるに當つて、江崎博士の成績と對比して多少の考察を試みて見よう。

* 京都大学農学部昆虫学研究室業績第 104 号

(1) 江崎佛三・橋本士郎 浮塵子に関する研究・第 1 報 (農事改良資料 第 127 号) 昭和 12 年 (2) 江崎佛三・鮫島徳造 農林省委託浮塵子駆除予防試験報告第 10 報 (昭和 14 年), (3) 同上第 11 報, (4) 同上第 12 報 (昭和 15 年), (5) 村田藤七 (1927) 米麦の害虫と予防駆除 増訂版。

1. 脊 白 浮 塵 子

第 1 産卵前期間 成虫が羽化後、直に産卵を行わない昆虫類にあつては産卵前期間の長短はその発生回数、増殖の速さ等に少なからざる影響を与えるのみならず、其の害虫の駆除策とも密接な関係がある。本実験

第 2 産卵期間 浮塵子の産卵期間の調査は産卵前期間と同様の方法によつた。茲に吾々の実験方法には重大なる欠点があつたことを思う。それは室温の振動の結果として湿気が試験管壁に凝結し雌虫が時として此の管壁の水分に捕らえられ、其の自然の寿命を保ち

第 1 表 脊 白 浮 塵 子 産 卵 前 期 間

昭 和 19 年 度			昭 和 21 年 度		
平 均 気 温	平均産卵前期間	観 察 個 体 数	平 均 気 温	平均産卵前期間	観 察 個 体 数
26.0	8 日	1	28.6—28.8	2.0	13
25.0—25.9	7.7	6	28.0—28.3	2.4	5
24.6—24.9	4.2	9	27.4—27.7	5.0	5
23.8	6.0	1	27.0—27.3	5.4	6
産卵時期は 8 月下旬乃至 9 月上旬であつた。			産卵時期は 8 月下旬乃至 9 月上旬であつた。		

は飼育室の室温状態で行つた。普通の化学実験用試験管に適當の長さに切つた稻莖を入れ、♀♂1対を其の中に放飼し毎日朝 9 時乃至 11 時位の間に産卵が行われたか否かを調査した。

観察した個体数が少いので確なことがわからないが、気温が高ければ大体に於て産卵前期間は減少するものと見得るものゝようである。江崎氏の実験成績から産卵前期間を算出して見ると昭和 5 年にあつては 8 月上中旬気温約 28°C 位に於て約 8 日、9 月上旬気温約 26°C に於ても約 8 日、10 月上中旬、気温約 20°C に於て約 6 日となつて居り、秋に於ける産卵前期間の増大は認められない。しかし、江崎氏の昭和 6 年の成績によれば 10 月上中旬気温約 20°C の場合に産卵前期間は約 11 日

得ずして死する場合は生じた事である。従つて吾々の実験にあつては雌虫は充分に其の産卵能力を発揮し得ざる場合があつたと考えられる。このことは筆者等の成績を江崎氏等の成績と比較すればうなずかれることであると思ふ。

産卵期間を 2 にわけた。即ち成虫が産卵を始めてから之を終るまでを「見掛けの産卵期間」と名づけ、その間に於いて眞に産卵が行われた日数を「眞の産卵日数」と名づけることとする。

これらに関する観察の結果を第 2 表に掲げる。

脊白浮塵子の産卵期間に関しては村田藤七氏の調査成績がある⁽¹⁾。氏に従えば四日市に於いては平均の見掛けの産卵期間は 8 月上旬に於て 14.7 日、8 月下旬に於

第 2 表 脊 白 浮 塵 子 の 産 卵 期 間

昭和 19 年 度 成 績					
平 均 温 度	見掛けの産卵 期間(平均値)	視 察 個 体 数	眞の産卵期間 (平均値)	視 察 個 体 数	備 考
26.5	1.0 ^H	2	1.0 ^H	2	産卵時期は 8 月下旬乃 至 9 月中旬 である。
25.5-25.9	1.0	9	1.6	9	
24.0-24.3	8.0	3	3.0	3	
23.0-23.1	3.5	2	2.0	2	
22.8	1.0	1	1.0	1	
昭和 21 年 度 成 績					
26.4-26.9	14.8	8	11.7	7	産卵は 8 月 下旬乃至 9 月上旬に行 われた。
25.8-26.3	15.7	7	11.3	6	
25.0-25.5	27.2	7	18.0	7	
24.5-24.8	31.8	5	24.2	5	
23.6-23.9	30.3	3	24.6	3	

となつてゐる。どの途、秋になつても平均気温が 20°C 内外に止まる程度であれば産卵前期間は甚しく延長するものであるまいと推測される。

(1) 村田藤七 米麦作の害虫と予防駆除 増訂版 (昭和 2 年), 286—287 頁。

て23.6日、9月中旬に於て19.4日であつたと言う。

筆者等の獲た成績を見るに昭和19年度に於ける成績は観察個体数甚だ少く、産卵期間は著しく短い。これらの実験にあつては供試虫は天寿を全うしなかつたことは明らかである。これに反して昭和21年に於て獲た結果は村田氏の成績よりも更に長い産卵期間を示して居り、これは産卵期間が平均気温の低下に伴つて著しく延長して行くことを示す。23°～24°Cの平均気温の場合には見掛けの産卵期間は30日～40日にも及ぶことは驚くべきことと思う。眞に産卵の行わ

差異が少いこと、又、平均気温25°Cの場合と30°Cの場合に於いて規則だつた差があることを示さないことの2点に於いて筆者等の獲た結果と異なる。

この点に関して村田氏の実験成績もあるが、氏の獲た結果は吾々の獲た所と略は同様であつて気温の低下に伴つて生存日数が著しく延長することを示している。

要するに平均気温が24°～25°C以上である限りは生存日数は気温が低ければ低い程、延長して行くを原則と見なし得るものであろう。

生存期間と産卵期間との関係 生存期間と産卵期間

第3表 成虫の生存日数

昭和19年度

平均気温	♀		♂		備 考
	平均生存日数	観察個体数	平均生存日数	観察個体数	
26.2	7.0	1	—	0	供試成虫の羽化
25.0-25.9	10.5	13	9.3	11	時期は8月下旬
24.3-24.6	15.7	4	18.5	8	乃至9月上旬で
23.7-23.8	8.0	4	10.3	3	ある。

昭和21年度

26.0°-26.9°	17.5	10	18.8	10	羽化時期は
25.0-25.9	36.0	12	22.9	12	8月下旬で
24.0-24.9	41.1	6	23.1	6	ある。

れる日数は温度高き場合には見掛けの産卵日数より約2-4日短いのみであるが低温の場合には約10日内外の差がある。すなわち雌虫は時に産卵を休止し再び之を継続するものである。

第3 成虫の生存期間 脊白浮塵子の生存期間に関しては研究成績は少くない。浮塵子の生存期間はかなり長いものであり、短きものでも10日内外、長きは10日を超えるものがあり、平均生存日数は村田氏に従えば30日に及ぶものがある。筆者等のこの点に関する調査成績は第3表に示す通りである。

上記両年間の成績を比較するに昭和19年にあつては平均生存日数は雌雄何れに於いても著しく短い。実験に供した個体数が多くないから結果は十分に正確であるとは言えないが、昭和19年にあつて成虫が充分に其の天寿を全うしたものとは考えられない。

表に示した結果によれば個体によつてかなり著しい生存日数の長短があること、雌は雄に比して著しく長命であることがわかる。

また、一面において、温度が下降することが成虫の生存日数を延長せしめる作用があるものと思われる。

成虫の生存日数に関する江崎博士等の実験成績は筆者の獲た如き羽化時期に因る顯著な生存日数の長短を示して居ない。江崎氏の成績は雌雄による生存日数の

とを比較して気付くことは当時の気温によつて差はあるが、成虫は多くは産卵が終つてから3-4日乃至8-9日にして死ぬることがわかる。産卵終了後、雌虫が生存する日数は之を見掛けの産卵期間に比べると割合に小さい値であると言ひ得るものゝようである。例えば昭和21年の成績に従えば平均温度24.0-24.9°Cにおける生存期間は大体に於て平均気温24.5-24.8°Cにおける産卵期間に相当するものと見なし得るが、雌虫は産卵終了後約10日間生存することを示す。これは雌虫の生存期間41日に比べて約1/4に過ぎない。このことは之を別の方面から眺めるならば成虫が長期に生存するような環境条件の下では産卵数も亦多かるべきことを暗示するものであると思う。とにかく浮塵子が類る長期間にわたつて産卵を行うことは応用昆虫学的見地から言つて甚だ注意すべき生態的性質であると言えよう。

第4 産卵数 前に述べた理由により、吾々が観察した産卵能力は、雌虫の有する本来の産卵能力を示したものであるとは認め難い。又、産卵せしめる時の方法或は環境も雌虫の産卵能力を充分に發揮せしめるに適當したものであつたか否かに疑問があるが、とにかく、此の点に関する筆者の獲た成績は次に示す通りである。

第4表 脊白浮塵子の産卵数

昭和19年度			昭和21年度		
平均温度	平均産卵数	観察個体数	平均温度	平均産卵数	観察個体数
26.5	13.0	2	26.4-26.9	169.1	8
25.5-25.9	35.1	9	25.8-26.3	142.3	7
24.0-24.3	24.0	3	25.0-25.5	228.8	7
23.0-23.1	40.5	2	24.5-24.8	269.4	5
22.8	12.0	1	23.6-23.9	258.0	3

備考 産卵の行われた時期は8月下旬乃至9月中旬であつた。

上掲の結果を見るに昭和19年にあつては著しく産卵数が少い。これは明らかに成虫の眞の産卵能力を示すものとは見ることが出来ない。斯くの如き結果を得た原因が何處にあるかを考えて見るに、少くともその一因は成虫が容器壁に凝結した水分に附着して天寿を完うせずに死んだことであると考えられる。しかし、單にそれだけが原因であつたとは考えられない。

昭和21年度に於ては成虫はかなり大なる産卵能力を示した。この場合に於ても尙お観察個体数が充分であつたとは言えない。しかし、この成績によつて26°C内外の比較的高温にあつては23°-24°Cに於けるよりも産卵数が少いと言ひ得るように思われる。

この点に関しては村田(大正12年)、江崎両氏の成績がある。

江崎博士の成績は年度によつて平均産卵数が示す傾向に多少の差が見られるが、大体において世代の進むに従つて平均産卵数が増加すると認めうるに思われる。村田氏の成績によれば第3世代には著しい増加が見られるが第4世代には却つてやゝ減少するものゝように見える。筆者の成績では平均気温26°-27°Cでは産卵数は殆ど変わらないが、気温が24°-25°Cになれば産卵数はやゝ著しく増加する傾向を示して居る。要するに大体の傾向としては世代の進むに従つて産卵数は次第に増加の傾向があると結論し得るに思われる。この傾向が何に基因するものであるかは俄

かに決定し難いが、諸家の説く所を綜合するに産卵期の気温の低下は少くとも其の一原因であると言ひ得るものではあるまいか。然らば平均気温が何れの程度に降下するまで此の産卵数増加の傾向がつゞくかと言う点を決定することは困難であるが村田氏の成績から考えて平均気温が20°Cより低下することは産卵能力を多少低下せしめるのではないかを思ひしめる。

一雌虫の産卵能力は諸家の研究成績を對比して考ふるに平均凡そ350-360粒内外であるように思われる。この産卵能力が発揮されるのは初秋に至つて気温のやゝ低下する時期になつてからであることは、所謂「秋ウツカ」の呼稱にふさわしく、興味ある事実であると考えらる。

第5 孵化に要する日数 この点に関する筆者の得た結果を述べるに當つて、実験方法について一言する必要がある。昭和19年にあつては産卵された稻莖は試験管に入れて飼育室の室温状態に保たれた。昭和21年に於てはこれらの稻莖を収めた試験管の一部は室温に保ち、一部は電流を通じてない恒温槽(従つて温度調節を行わない)内に、更に他の一部は地下室の室温状態に保たれた。この場合、地下室にあつては一日中温度の振動殆ど無く、恒温槽内の気温較差は飼育室内のその約半分に過ぎなかつた。こゝには上記の中で先の2方法によつた成績を示すに止める。

第5表 脊白浮塵子の卵期間

昭和19年度			昭和21年度					
平均温度	平均卵期間	観察卵数	室温実験			恒温槽内保護(但し加温せず)		
			平均温度	平均卵期間	観察卵数	平均温度	平均卵期間	観察卵数
25.5-25.7	5.4(日)	19	27.0-27.9	5.7(日)	106	26.0-26.9	5.3(日)	55
25.0-25.4	6.2	51	26.0-26.9	6.2	233	25.0-25.9	6.0	431
24.5-24.8	8.0	5	25.0-25.9	7.1	190	24.0-24.9	6.9	194
24.0-24.3	7.9	12	24.0-24.9	7.6	46	23.0-23.9	7.1	174
23.5-23.9	8.5	13	23.0-23.9	8.5	44	22.0-22.9	7.6	153
23.0-23.4	8.6	18						

この点に關して江崎博士が獲た成績を見るに8月中旬以前に於て気温の高きに従つて卵期間はやゝ延長する傾向あるを見るが、村田氏の結果にあつては平均気温約30°Cまでは気温の高きに従つて卵期間は次第に減少して居る。筆者の獲た結果によるも約28°Cまで温度の高まるに従つて卵期間は次第に短縮する。

筆者の昭和21年度の成績によれば卵の發育速度は同様の平均温度である場合には気温較差が小である場合に於て大である。このことはたとえ平均気温が同様であつても較差の如何によつて卵期間には差が生じ得ることを暗示するものと考ええる。ともかくも青白浮塵子の卵は平均気温25°-26°Cに於いては5日内外で

の發育にも悪影響を及ぼしたことが少くなかつたものゝ如く思われる。

斯くの如き方法を取つた結果として管内の湿度は略ぼ100%であつたと思われるが、場合によつて90%内外の事もあつたと思われる。

昭和19年度には実験は全部飼育室の室温で行つたが、昭和21年には室温の外に、加温せざる恒温槽内、及び地下室の自然気温の下で觀察を行つた。この場合、地下室にあつては気温較差は殆どなく、飼育室温の場合に較差最も大であつて約6.3度であり、槽内にあつては約2.6度であつた。これらの実験成績は第6表に示す通りであつた。

第6表 青白浮塵子卵の孵化率

昭和19年度			昭和21年度		
			室温		
平均気温	供試卵数	孵化率(%)	平均気温	供試卵数	孵化率(%)
25.6	27	22.2	27.0-27.9	325	60.0
25.5	117	3.4	26.0-26.9	574	37.5
25.3	117	36.7	25.0-25.9	270	37.7
25.0	22	31.8	24.0-24.9	149	33.2
24.6	117	5.9	23.0-23.9	63	25.4
24.5	117	1.7	槽内(加温せず)		
24.0	66	6.0	23.5-23.7	195	52.9%
23.8	80	1.2	27.0-27.9	48	68.7
23.7	80	22.5	26.0-26.9	641	51.9
23.5	80	1.2	25.0-25.9	387	50.3
23.4	49	32.7	24.0-24.9	651	46.8
23.0	49	2.0	23.0-23.9	71	23.9
22.8	42	9.5	地下室		
			25.0	1862	57.2

備考 卵期は8月下旬9月下旬にわたつた。

孵化し、23°-24°C内外に於ては8日内外で孵化するものなるを知る。猶お気温較差が小なる時に發育が早く行われることも浮塵子の發生にとつては較差の大なるが好都合であると言ふ説あるに鑑み興味あることゝ思う。しかしながら唯だ單に較差の大小のみを考えるのは恐らくは猶お不充分であり、更に最高温度、最低温度の値そのものにも注意すべきものではあるまいか。この意味から吾々は單に環境の平均気温のみに注意を向くべきものではないと思う。

第6 卵の孵化と温度 環境の温度は孵化率に何等かの影響を及ぼすか否かを知る目的で若干の実験を行つたのであるが、大なる困難に直面した。即ち産卵された稻莖を試験管内に保護するに當つて管内の湿度を適当に保つことが甚だむづかしい。乾燥に失することを恐れて少量の水を管底に入れておいたのであるが、これが湿度過量である爲に実験中に稻莖に黴が生じ、甚しい時は稻莖は腐敗し始めることがあり、これは卵

上掲の実験成績を通覽するに昭和19年の成績では温度の如何に拘らず孵化率には著しい差がある。これは既に記述した通り試験管内の湿度の過多なるによりて産卵莖の腐敗が起つて孵化を害したことに因るものと推定される。斯く解釈するも尙昭和19年に於ける孵化率は昭和21年のそれに比してやゝ著しく低いように考えられるが、その原因は明らかではない。

昭和21年に於ける觀察結果に従えば平均気温24°C以上、28°Cまでの場合には40%乃至60%が孵化し得るものと考えられ、23°C以下に気温が降下すれば孵化率はやゝ著しく低下するものゝ如く見えるが、觀察卵数が未だ充分多くないので確言はし難い。

第7 幼虫期間と温度 幼虫の生長に要する日数及び生育を遂げる割合を調査するには大型試験管に葉を適當の長さに切り、根には培養液を含ませた綿をまきつけた1本の稻莖を納め、管内に同一日に孵化した幼虫数匹を入れボイルの小片を以つて覆いを施して觀察を

行つた。この場合に於ても管内の関係湿度は恐らく90%乃至100%に達して居つたものと推定された。

昭和19年及び20年にあつては成虫に達するまで飼育することに成功しなかつた。昭和21年に於ては多少の結果を得ることが出来た。この場合に於ても幼虫を入れた試験管は飼育室、加温調節を行わない恒温槽内及び地下室の3の異なる条件下に保たれた。実験成績は第7表に掲げる通りである。

第7表 脊白浮塵子の幼虫期間
室 温 (平均較差 6.3°C)

孵化の 月 日	幼虫期の 平均温度	♂		♀	
		幼虫期間(日)	羽化虫数	幼虫期間(日)	羽化虫数
8月12日～ 13日	29.5	11.5	26	12.3	27
9月8日～ 10日	24.0	17.4	14	18.0	6
恒温槽内 (加温せず)(平均較差 2.6°C)					
9月8日	23.9-24.1	16.1	7	15.3	3
9月11日	23.4-23.5	16.7	4	16.8	6
9月24日	21.4-21.7	18.8	5	20.0	4
地下室 (平均較差約 1.0°C)					
9月8日～ 24日	25.0	14.6	13	14.1	8

上掲の表に示すか如く飼育に成功し成虫が羽化した数甚だ少く、又、飼育に用いた幼虫の孵化時期も極めて限られて居るが故に筆者の収め得た結果のみに基づいては殆ど何等の考察をも試み難いとせねばならぬ。

江崎氏に従えば7月中旬乃至8月上旬平均気温20.5°Cの場合には平均気温27.5°Cの8月下旬乃至9月上旬に於けるよりも却つて幼虫期がやゝ著しく長くなる。平均気温21.5°Cの9月下旬乃至10月上旬に於ても猶お29.5°Cの場合よりも幼虫期が短い。しかし、村田氏によれば斯くの如き傾向を認めることは出来ない。筆者の成績にあつては20.5°Cに至つて幼虫期の長くなるか如き傾向を発見し難いが、更に高い温度において

斯くの如き傾向が存在するか否かを知ることは出来ない。

上に掲げた成績によればたとえ気温が低くなつても平均気温が24°-25°C以上に止まる限りは幼虫期は著しく延長するものではないこと及び変温の場合に平均気温が24°C内外であれば気温較差があまり大なることに發育速度を減退せしめる作用あることを推定し得るように思う。

第8 幼虫期の死亡率 孵化した幼虫の中の幾何が

生長を遂げて成虫となるか、換言すれば成虫になるまでの死亡率及び生育率を明らかにすることは温度の影響を考えるに當つて重要な問題である。この点に関する研究を行つた方法は前段に記した所と全く同一である。昭和19年20年の両年にあつては遂に1頭も完全に生育を遂げしめることに成功しなかつたが昭和21年には少数ではあつたが成虫を得ることが出来た。その飼育の結果は第8表に示す通りである。

この種の研究成績は未だ嘗つて發表されたるを見ることがない。筆者の実験は未だ觀察数が甚だ少く、且つ幼虫の孵化期も限られて、従つて上掲の結果から殆ど何等信頼し得る結論を引き出すことは出来ない。

第8表 脊白浮塵子の生育率並に死亡率と温度

室 温 (気温較差 6.3°)				
幼虫の孵化期	幼虫期の平均温度	飼育開始幼虫数	生育率(%)	死亡率(%)
8月12日-8月13日	29.5	65	81.5	18.5
9月8日-9月10日	24.5	34	58.8	41.2

恒温槽内 (加温せず) (気温較差 2.6°)

9 月 8 日 - 9 月 24 日	21.2-24.1	47	63.8%	36.2%
地 下 室				
9 月 8 日 - 9 月 24 日	25.0	45	46.7%	53.3%

たゞ一言したいことは昭和 21 年には生育を遂げる幼虫の割合がかなりに多かつたことである。しかも尚お場合によつて 50% 以上の死亡率が生じたことは注意に値する事実であろう。

ロ. 鳶色浮塵子

研究の方法、用いた稻の品種等は總て脊白浮塵子の場合と同様である。本害虫については辛うじて昭和 19 年に多少の資料を獲るに成功したのみである。

第 1 産卵前期間 この点に関して筆者が獲た結果は第 9 表に示す通りである。

第 9 表 鳶色浮塵子の産卵前期間

平均温度	平均産卵前期間(日)	観察個体数
25.0-25.4	5.8	13
24.8-24.9	4.6	19
24.6	5.0	7
24.0-24.5	4.9	8

備考 成虫の羽化時期は 8 月末であつた。

観察個体数充分ならず、産卵期間の真相を知り難いが 24°-25°C 附近の気温にあつては産卵前期間は凡そ 5 日内外であり、これより気温高くなれば産卵前期間はやゝ長くなる傾向を有するものゝ如く思われる。

江崎博士は特に産卵前期について述べてはないが博士の記録に基いてこれを推定すれば 25°-26°C 以上に気温が高くなれば却つて産卵前期間は延長することを

第 10 表 鳶色浮塵子の産卵期間

産卵期間の平均気温	見掛けの平均産卵期間	眞の平均産卵日数	観察個体数
26.0	2 日	2 日	1
25.8-25.9	1.7	1.6	12
25.5-25.7	3.4	2.3	10
25.3-25.4	6.0	3.7	3
24.1-24.7	8.8	3.8	6
23.2-23.9	6.8	3.6	7

備考 成虫の羽化期は 8 月末であつた。

示しており 24°-25°C の平均気温に於て約 5 日の産卵前期間であつたことは筆者の結果と良く一致している。

第 2 産卵期間 鳶色浮塵子の産卵期間に関する調

査成績は第 10 表に示す通りである。産卵期間をわけて見掛けの産卵期間と眞の産卵日数とする。

上掲の成績の外に他の稻の品種を飼料として用いた実験が多少あるが、其の成績を摘録すれば第 11 表に示す通りである。

第 11 表 鳶色浮塵子の産卵期間

餌料として用いた稻	見掛けの産卵期間	眞の産卵日数	産卵期間の平均気温
旭 四 号	11 日	9 日	26.4
戦 勝	5	2	26.8
〃	15	8	26.6
外 国 稻	8	2	26.8
〃	9	4	26.7

上掲の 2 つの成績を見るに産卵期間が案外に短い。これは脊白浮塵子の場合にも述べた如く、或は研究方法が適當でなかつたことが一因をなして居るものではないかとも想像される。

第 3 生存期間 生存期間に関する調査成績は第 12 表に示す通りである。

第 12 表 鳶色浮塵子の生存期間

生存期間の平均気温	♀		♂	
	平均生存期間	観察個体数	平均生存期間	観察個体数
25.3-25.5	6.0 日	6	6.6 日	5
25.0-25.2	8.8	20	8.8	20
24.5-24.9	9.2	19	8.4	12
24.0-24.4	16.3	13	18.1	20

備考 羽化時期は 8 月末であつた。

上表に掲げた成績によれば平均気温約 25°C に於ける生存日数は雌雄共に約 9 日であり、これより温度高ければ生存期間は短く、温度低くなれば生存期間は長くなる傾向あるが如く見える。

この点に関する江崎博士の研究成績を見るに昭和 6 年と昭和 7 年とが互に相反するが如き傾向を示すように考えられる。即ち昭和 6 年に於ては平均気温約 29°C の場合に於てはこれより低い温度におけるより生存期間が長く、昭和 7 年にあつては反対に平均気温 23°C の場合にこれより高い温度の場合よりも生存期間が長

くなつて居る。とにかく、江崎氏に従えば $23^{\circ}-20^{\circ}\text{C}$ において24日乃至23日位であつて、筆者の獲た結果より著しく長い。このことは筆者の研究にあつては何か取扱上に欠陥があつたことを示すものかを思ひしめる。

第4 産卵数 この点に關して筆者の獲た結果は第13表に示す通りである。

第13表 蔦色浮塵子の産卵数

産卵期間平均温度	平均産卵数	観察個体数
25.8-25.9	45.7	12
25.5-25.7	71.0	10
25.3-25.4	73.6	3
24.1-24.7	72.6	6
23.2-23.9	84.8	7

備考 成虫の羽化時期は8月末であつた。

試みに江崎博士が昭和7年に獲られた成績を見ると8月上旬に羽化した雌虫にあつては平均産卵数は141箇であり、9月上旬に羽化せるものにあつては217箇であつた。産卵期間の平均気温は明示されてないが氏が掲げた表から推定すれば、それは前の場合に於いて $23^{\circ}-20^{\circ}\text{C}$ であり、後の場合には凡そ 24°C 内外であつたものと思われる。

江崎氏の結果によつて考えれば筆者の実験にあつては雌虫は充分にその産卵能力を發揮し得なかつた事情があつたと推定される。ともかくも吾々の結果も江崎博士のそれと共に平均気温が $23^{\circ}-24^{\circ}\text{C}$ 迄である限りは気温の低い場合に成虫の産卵能力は大きくなることを示すものと推定し得る。この事は背白浮塵子の場合にも見られた現象であるが興味あることと思ふ。

第5 孵化に要する日数 卵期間に關する実験成績は第14表に示す通りである。

高温時に於ける卵期に關する実験を欠くが故に卵期間と温度との関係を明らかにし難いが、 $23^{\circ}-24^{\circ}\text{C}$ の間に於ては卵期間は殆ど変りがない、 25°C に近づけば卵期間はやゝ短縮する傾向あることを知る。

江崎博士の成績を見るに8月中旬気温約 32°C の場合に卵期は8日位にして、之より少しく気温降り9月

中旬頃平均気温 $23^{\circ}-26^{\circ}\text{C}$ の場合に卵期間は6日~

第14表 蔦色浮塵子の卵期間

卵期間平均温度	平均卵期間(日)	観察卵数
25.1-25.6	7.3	17
24.6-24.9	8.7	14
24.3-24.5	9.5	38
24.0-24.2	10.4	33
23.7-23.9	10.5	16
23.3-23.6	9.2	18
23.0-23.2	9.6	17

備考 産卵の時期は8月31日~9月13日であつた。

7日である。然るに7月上旬で気温約 25°C の場合には卵期は長くして約10日~13日となつて居る。即ち夏の前半で気温が次第に上昇して行く時期には夏の後半で気温が次第に降つて行く時期に於けるより卵の發育速度が遅れることを示すものの如くである。とに角初秋に於ける卵期に關しては筆者の成績も江崎博士のそれとも一致するものと言えよう。

第6 卵の孵化率 孵化率に關する実験成績は第15表に示す通りである。

第15表 蔦色浮塵子の孵化率(その1)

卵期間平均温度	観察卵数	平均孵化率
24.4-25.6	49	57.1%
23.9-25.5	109	49.5%
24.5-25.4	101	35.6%
23.2-23.6	303	34.3%

備考 産卵時期は8月31日~9月13日にわたつた。

上掲の結果に従えば孵化率は34%~57%となつて居り、 $23^{\circ}-24^{\circ}\text{C}$ 以下では孵化率が低くなるかと思はれる。しかし、この成績が果して自然な孵化能力を示すものなりや否やに就いては疑問がある。

上に掲げたものの外に色々な稲の品種を用いて行つた実験成績の中から供試卵数が比較的によく信頼し得ると考えられるものを第16表に摘録して見よう。稲の品種の如何が産下された卵の孵化率に何等かの影

第16表 蔦色浮塵子の孵化率(その2)

産卵の時期	供試卵数	孵化率(%)	卵期平均温度	供試品種
10月1日	103	8.4	23.6-26.8	大正(稲)
10月31日	41	7.3	25.7	〃
10月16日	42	33.3	25.7-26.0	旭四号
10月12日	30	20.0	26.2-25.9	〃
10月19日	30	43.3	25.2-25.4	〃
10月20日	36	47.2	25.2-25.5	〃

響を及ぼすものなりや否やは不明であるが、上に掲げた成績には気温の影響によると考えることの出来ない孵化率の差異が見られる。

第7 幼虫期間と温度 この実験を行うにあつて幼虫はその幼虫期間の一部は飼育室の室温に保たれたが、一部は恒温槽内に保護された。恒温槽は夜間だけ電流を通じて加温調節し晝間は午前9時頃から午後5時頃までは電流を断つて槽内温度の自然に降下するに委せたのであつた。従つて恒温槽内の気温は一定に保たれたわけではなく、一日を通じて見れば若干の振動があつた。而して、その振動の程度は外気の温度によ

断言出来ない。

試みに江崎博士の昭和7年の実験成績を見るに幼虫期の平均気温が約20°Cであつた7月中旬～8月始に於いて幼虫期が22日であり、而して9月下旬気温が約21°Cの場合において幼虫期は14日であつた。同様な傾向は背白浮塵子の場合にも認めた所であるが、20°C或はそれより高い気温は幼虫の生長に悪い影響を与えると共に、他面に於て次第に高くなつて行く7月の気温は、生長の速さを減少せしめる作用あるものと想像される。反対に次第に低下して行く8月下旬以後の気温は低い割合に生長速度を著しく減少せしめな

第17表 鶯色浮塵子の幼虫期間
雌 虫

幼虫期平均温度	幼 虫 期 間	観 察 個 体 数	孵 化 時 期	稻 品 種
27.5	15.5日	5	10月18日	京 都 旭
25.0	19.0	3	〃	大 正 糯
24.5-25.1	15.7	3	9月20日	職 勝
23.6	14.0	1	9月18日	大 正 糯
22.6-23.0	15.6	5	9月10日-9月18日	大 正 糯
〃 〃	17.3	8	9月10日	旭 4 号
22.5-22.7	16.2	4	9月13日	職 勝

雄 虫

幼虫期平均温度	幼 虫 期 間	観 察 個 体 数	孵 化 時 期	稻 品 種
25.5	15.5	1	10月18日	京 都 旭
24.4-24.5	12.3	3	9月20日	職 勝
22.6-23.0	15.2	11	9月10日-9月18日	大 正 糯
〃 〃	16.3	6	9月10日	旭 4 号
22.5-22.7	14.7	4	9月13日	職 勝

つて必ずしも常に一樣ではなかつた。尙お此の実験は本研究のために行つたのでなかつたので餌料として用いた稻の品種は色々であつた。従つて此場合には稻の品種の差が幼虫の生長の速さに多少の影響を及ぼすことが無かつたとは断言し難い。この意味に於て此の結果は温度と幼虫期間との関係を考察するに好適の資料であるとは言ひ難いが参考として第17表にその結果を示す。

第17表に掲げた成績は上に述べた理由によつて、たとえ同一平均気温に於ける観察結果でも之等を同等に考へて論ずることは合理的ではない。

さて此の表の数字を見る時に平均気温が22-23°Cから25.5°Cにわたつて居るにも拘らず幼虫期間には規則正しい長短があることを認め得ない。換言すれば気温が低いからと言つて幼虫期間がそれに準じて長くなるとも思われぬ。これは一つには実験個体数が少いからに因るかも知れないが、或は食餌たる稻の品種が統一して居ないことが影響を及ぼして居ないとは

い作用があるものの如く思われる。このことは秋浮塵子と呼ばれる鶯色浮塵子の生態的性質として興味ある点であると思う。

第8 幼虫期の死亡率 幼虫孵化後生長して成虫となるまでに中途にして死するものが幾何あるか。この点に關しては僅かの資料を獲るに過ぎなかつた。しかもそれは他の目的で行つた実験であつて幼虫の餌料たる稻の品種が統一して居ないが、参考の爲に其の結果を第18表に掲げる。

幼虫の飼育に成功して成虫を羽化せしめることが出来た個体数が少いのであり、且つ用いた稻の品種が統一して居ないので、これらの結果から温度の死亡率に及ぼす影響を推知することは困難である。仮りに品種の差異は生育を遂げる幼虫の割合に対して何等の影響を及ぼさなかつたとするも、実験成績は区々であつて、何等規則正しい傾向を発見することは出来ない様に考えられる。用いた稻の品種が一樣でないでこれらの結果を一緒にして平均を算出すべきではないが、23°C

第18表 藍色浮塵子幼虫期間の死亡率

供試虫の孵化日	供試幼虫数	幼虫期の平均温度	生育率(%)	死亡率(%)	餌料稻の品種
18/IX	11	25.5	54.5	45.5	京都旭
20/IX	10	25.3	40.0	60.0	外国稻
20/IX—21/IX	20	24.4—25.1	30.0	70.0	戦勝(陰稻)
18/IX	10	23.0—25.0	100.0	0	大正(稲)
10/IX—13/IX	30	22.6—23.3	46.6	53.4	旭四号
13/IX	23	22.6—23.0	34.7	65.3	外国稻
10/IX—14/IX	30	22.6—23.0	53.3	46.7	大正(稲)
10/IX—14/IX	30	22.5—22.7	26.6	73.4	戦勝(陰稻)

～25℃の平均気温では凡そ50%位は羽化せしめ得るものと言ひ得るのではないかと考えられる。現在の所では此の如き点に關しては他の研究者によつて何等報告されたものがないように思われるのは遺憾である。

5. 概 括

こゝで当然試みるべきことは背白浮塵子並に藍色浮塵子に關して獲た結果を比較考察することであるが、上述した所によつて明らかなる如く、未だ資料が不十分であるから、それらを比較して信頼すべき結論を得ることは出来ない。しかしながら、この実験によつて吾々は色々なことを学ぶを得たように感じる。その一、二の点に觸れて見るならば、第一に浮塵子の飼育方法に關しては吾々は更に更に工夫改善するを要する点が多くあることを知つた。理想を言うならば完全な温度並に湿度の調節装置を具え、人工的に好む所の天候状態を作り出し得るのでなければ満足するような成績を挙げ難い。それ程に完全な設備を望まないとするも、かなり正確な恒温・恒湿度装置を有するのでなければ信頼し得るような成績を収めることは殆ど不可能である。殊に浮塵子の越冬に關する研究の如きは斯くの如き装置と他面に於ては常に餌植物たる稻の生育を可能ならしめる温室なくしては絶対に不可能である。第二に吾々は飼育、取扱いの条件について更に突き込んだ工夫をして、所謂「標準となるべき方法」を確立する必要があることを痛感した。然らざれば信頼するに足る実験成績を収めることは恐らく不可能であらう。例えば幼虫の飼育に當つて、一幼虫に与べき空間の大きさ、飼料である稻莖の量及び質の如きは恐らく幼虫の生長の速さ、生育を遂げる個体の割合等に影響を与えることは必然であると思う。又、成虫の飼育に當つても、これらは成虫の寿命、或はその産卵能力等に何等かの影響を与えずにはおかないと思われる。

吾々が収めた成績は甚だ不完全なものではあるが、それにも拘らず、所謂「秋ウシカ」と呼ばれる兩種の浮塵子の名にふさわしいように思われる2, 3の生態

的特徴を指摘し得たと思う。夏の終から初秋にかけて気温が降下して行くにも拘らず浮塵子各時代の發育、生長の速さに著しい減退を見ないのみか、場合によつては却つて逆に速さの増大あるかの如く思ひしめる場合さぞあつた如きは其の例である。勿論これらの点についても更に正確な実験によつて再吟味するを要するは言うまでもない。

兩種浮塵子の越冬に關しても多少の觀察及び実験を試みたものではあるが、色々な事情の爲に殆ど何等の結果を挙げ得なかつた。又、野外觀察も多少は試みたものではあるが、之亦、確な結論をなし得るような結果を収めるに至らなかつた。

要するに何れの点に關しても研究は猶お辛うじて其の緒に着いたのみであると言わざるを得ないが、しかし、それにも拘らず、本研究は浮塵子の發生、消長に對しては環境温度は一つの重大なる外部因子であることを示唆するには足ると信ずる。

此報告に記述した所は單に個々の現象について簡単な記録と論評を試みたに過ぎない。浮塵子の環境因子としての温度の影響を評価しようとするならば、更に正確な資料を獲得した上で、それらのものを綜合して考察するを要するは勿論である。従つてこの問題について突き込んで研究することの必要を痛感する。

Résumé.

It has been generally presumed in Japan that the outbreak of the two species of rice leafhoppers, *Sogota furcifera* Horvath and *Nilaparvata lugens* Stal, is closely connected with weather conditions in the outbreak year, in spite of the fact that there has been no positive, experimental results which prove the supposition above stated.

The purpose of the present study was to study experimentally the effects of environmental temperature upon the rate of development, reproduction, death rate and also upon hibernation

of the two species of rice leaf-hoppers.

Unfortunately press of the great war made it practically impossible to make use of the necessary laboratory equipments such as constant temperature cabinet, low temperature cabinet, etc, which were indispensable for carrying out such ecological study as we had in mind. So, experiments were carried out under the room temperature. Some of the experiments, were carried out in cabinets which were heated and kept under nearly constant temperature during the night only.

Leaf-hoppers were reared in test tubes containing a rice plant cut in moderate length. The relative humidity in the rearing tubes was not controlled. However, owing to the small quantity of water at the bottom of the tube, the relative humidity was kept practically 100%.

The temperatures in the room and in the rearing cabinets were recorded using recording thermometers. The mean temperatures for the

egg, larval or for the imaginal periods, were calculated using the temperature records and the relationship between the temperature and the developmental stages was examined.

Owing to the difficulty mentioned above, the results obtained were far from being satisfactory. Therefore, definite conclusions can not be drawn yet.

Nevertheless, certain interesting ecological characters which seem to be in harmony with the popular name, "autumn leaf hoppers", have been found. For example, the rate of development, or rate of multiplication, of these two species does not decrease in the autumn in spite of quite marked fall of air temperature in the autumn.

As regards the hibernation of these two species, some experiments and field observations were made. The results however, are far from conclusive yet, and it is hoped that we shall be able to take up this study some time in future.

Studies on the Molecular Structures of BHC and its Related Compounds. III. On the Molecular Configurations of γ -BHC, δ - and ϵ -1,1,2,3,4,5,6-Heptachlorocyclohexane. Toshihiko OIWA, Ryoichi YAMADA and Minoru OHNO (Takei Laboratory, Institute for Chemical Research, Kyoto University) Received Jan. 27, 1951. *Botyu-Kagaku*, **16**, 11 (1951).

2. BHC 及びその近縁物質の分子構造に関する研究. III.

γ -BHC, δ -及び ϵ -1,1,2,3,4,5,6-Heptachlorocyclohexane の原子の立体配置に就て.

大岩俊彦, 山田良一, 大野稔 (京都大学化学研究所武居研究室) 26. 1. 27 受理

先に中島及び著者の一人⁽¹⁾は γ -BHC の塩素化反応, 脱塩酸反応及び脱塩酸産物の塩素化反応の検討から γ -BHC, δ -1,1,2,3,4,5,6-heptachlorocyclohexane (mp 139~140°; δ -hepta)⁽²⁾及び ϵ -1,1,2,3,4,5,6,-heptachlorocyclohexane (mp 55~55.5°; ϵ -hepta) の原子の立体配置を提案した。次で森野, 宮川及び著者等の一人⁽³⁾は双極子能率の研究から, γ -BHC の原子の立体配置を決定し, 有機化学的に得た δ -及び ϵ -hepta の原子の立体配置は双極子能率の結論と矛盾しないことを指摘した。 δ -及び ϵ -hepta の分子構造に就てはこれら以外の報告には未だ接しないが, γ -BHC の分子構造に就てはこれのほかに G. W. van Vloten 等^(4,5)及び J. M. Bijvoet⁽⁶⁾の X線解析の, 又 O. Bastiansen 等⁽⁷⁾の気体電子廻折からの研究がある。そしてこれらの γ -BHC の原子の立体配置はすべて同一の結論に達している。

著者等^(7,8,9)は BHC 異性体及びそれらの近縁化合物の構造を塩素化反応を主とする有機化学の立場から研究しつつある。本報に於ては先に速報⁽⁹⁾した ϵ -hepta 弱見の詳細, その後の α -及び γ -BHC の塩素化反応に関する知見及びそれ等の実験結果を検討して決めた γ -BHC, δ -及び ϵ -hepta の原子の立体配置に就て報告する。

1. γ -BHC 及び Monochlorobenzene の塩素化物から ϵ -hepta の分離確認. γ -BHC の塩素化物の polarogram から, γ -BHC を塩素化すると, 少なくとも 2 つ以上のより高級な塩素化物に変化することを知った。この塩素化物から partition chromatography によつて融点 55~55.5°, 半波電位約 -0.9V, 双極子能率 2.22D⁽¹⁰⁾の無色柱状の結晶を分離した。この化合物の塩素含量は $C_7H_4Cl_7$ と一致し, アルカリで脱塩酸すると融点 100~101° の hexachlorocyclohex-