

イネヒメハモグリバエの卵期発育に およぼす湿度の影響

富 岡 暢†

THE EFFECT OF HUMIDITY ON THE DEVELOPMENT OF EGGS OF THE SMALLER RICE LEAF-MINER, *Hydrellia griseola* FALLÉN (Diptera: Ephydriidae).

Tōru TOMIOKA

I 緒 言

イネヒメハモグリバエ, *Hydrellia griseola* FALLÉN, は 1954 年北海道・東北および北陸地方において水稲に大発生し、著しい被害を与え一躍重要害虫として注目を浴びるようになった。本種は日本各地のほか朝鮮・中国・シベリヤ・ヨーロッパおよび北アメリカに広く分布し、しばしば麦類や水稲に大発生することが WILKE¹⁶⁾ (1924), KREITER⁹⁾ (1927), KÖRTING⁷⁾ (1931), LANGE¹²⁾ (1953) および桑山¹⁰⁾ (1953) によって報告されている。北海道においても、1941, 1946 および 1950 の各年に発生し、相当な被害を与えた(桑山¹⁰⁾ 1954)。

従来本種の生態に関しては断片的な観察が数多く報告されているが、実験的な研究にいたっては KÖRTING⁷⁾ (1931) の報文以外にみるべきものがなかった。しかるに最近 FERON & AUDEMARD³⁾ (1956) は南フランス地方で、また GRIGARICK⁴⁾ (1959) はカリフォルニア州で、水稲を著しく加害する本種の生態について観察および実験的研究を詳細に行ない、低湿度が孵化や羽化を阻害することを示した。本邦では 1954 年の大発生に際して本種に関する研究が各方面で行なわれ、生活史をはじめ、習性、食草、活動性、加害の様相、大発生の原因などが明らかにされた*。筆者も 1954 年以来本種について研究を続けているが、卵の孵

化に乾燥状態が悪影響をおよぼすことを明らかにした(富岡¹³⁾ 1955)。ここでは卵の発育や孵化を阻害する湿度の範囲とその程度、さらにそのような低湿度が卵のいかなる発育時期にどのように作用するのかという点について、1955, 1956 両年にわたって実験した結果を報告する。

本文を草するにあたり、数々の有益なご助言を賜った北海道酪農大学教授桑山覚博士、農林省北海道農業試験場虫害第一研究室長松本藩博士、北海道大学農学部教授渡辺千尚博士、および北海道立農業試験場病虫部長成田武四博士に対し厚くお礼申し上げる。

II 材 料 と 方 法

材料 1955, 1956 両年とも、春に水田附近から採集した成虫を腰高シャーレ(径12cm, 高さ7.5cm)に20~30頭ずつ放飼した。シャーレには少量の水を入れ、数枚のイネ科雑草の葉を入れて産卵させた。毎日一定の時刻に採卵して実験に供した。なお成虫の飼料として糖蜜を与えた。

方法 温度は30°, 25°および14°Cの3段階を設けたが、25°C以上の場合は電気恒温器を用い、14°Cの場合は地下室を利用した。光の条件は毎日調査のために取り出す時以外はすべて暗黒とした。湿度は ZWÖLFER¹⁵⁾ (1933) の方法に従い塩類の飽和溶液で調節した。容器は第1図のようにシャーレ(径9cm, 高さ2cm)の身と身、または蓋と蓋を組み合わせて1組とし、一方の底に所定の飽和溶液を入れ、上面を布網で被い、ほかのシャーレを逆に伏せて2枚のシャーレの合わさる部分をゴム

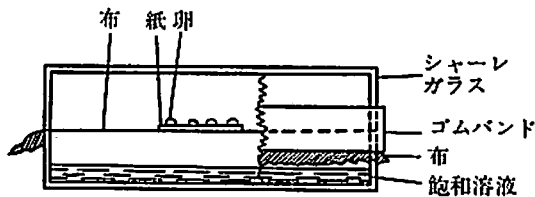
† 病虫部

* 詳細は北日本病虫研究会特別報告、第3号参照

バンドで締めた。このようにして関係湿度 100% (H_2O), 90~95% (KNO_3), 70~80% ($NaCl$), 50~55% ($Ca(NO_3)_2$), 29~35% ($CaCl_2$ cryst.) および 17% ($ZnCl_2$) の 6 段階を設けた(以下それぞれ 100%, 92%, 75%, 55%, 32% および 17% R.H. と略記する)。

供試卵は先を曲げた針を用いて産付された葉から静かに取りはずし、ワセリンを薄く塗った小さい(約 1cm^2) 黒紙に並べて貼りつけ、上記恒湿シャーレの布網の上に置いた。このような操作によって卵の発育や孵化に影響を与えるようなことは認められなかった。

第 1 図



1 日 1 回一定の時刻に孵化卵数を調査したが、12 時間ごとに接触湿度を交換した実験の場合には交換のたびごとに調査した。未孵化卵については、双眼顕微鏡下で卵内の幼虫体完成の有無を調査した。

なお、湿度を変える実験を種々行なっているがそれらの詳細は結果の中でその都度のべることにする。

III 実験結果

1. 一定温湿度条件下における卵の発育と孵化

第 1 表 種々な温湿度条件下におけるイネヒメハモグリバエの卵の発育

湿度 (R. H.)	30 °C					25 °C					14 °C				
	供試 卵数	孵化 虫数	孵化 率	卵内幼虫 体完成率	卵期間	供試 卵数	孵化 虫数	孵化 率	卵内幼虫 体完成率	卵期間	供試 卵数	孵化 虫数	孵化 率	卵内幼虫 体完成率	卵期間
%			%	%	日			%	%	日			%	%	日
100	60	52	86.7	90.0	2.0	105	92	87.6	88.6	2.6	80	63	78.8	81.3	7.2
92	59	39	66.1	81.4	2.1	115	93	80.9	88.9	2.9	78	50	64.1	84.6	7.5
75	60	3	5.0	51.7	2.3	115	36	31.3	77.8	2.9	80	12	15.0	81.3	6.9
55	59	0	0	5.1	—	104	0	0	24.4	—	80	0	0	32.5	—
32	60	0	0	0	—	115	0	0	0	—	80	0	0	3.8	—
17	60	0	0	0	—	115	0	0	0	—	80	0	0	0	—

備考 実験期間 1955年 6月10日~26日

前記 3 段階の温度と、6 段階の湿度を組み合わせ 18 区を設けて行なった実験結果は第 1 表のとおりである。

卵の孵化率はどの温度区でも 100% R.H. のとき最も高く、湿度の低下にともなって孵化率も順次下降し、55% R.H. 以下では全く孵化しなかった。このことは 30°C の場合に特に著しい。

卵内における幼虫体の完成は、孵化のおこらなかった低湿度下でも若干認められた。55% R.H. では各温度区とも、32% R.H. の場合は 14°C で、少数ではあるが幼虫体完成卵が認められた。75% R.H. 以上の湿度区の場合は、30°C, 75% R.H. 区を除いて卵内幼虫体完成率はほぼ 80~90% に達していて、各区相互間の差は僅少であった。このように孵化の場合と違って胚子発育には必ずしも 100% R.H. 程度の高湿度を要しなく、75% R.H. 以上の湿度条件であれば大体十分であると考えられる。この結果から、胚子発育の可能または最適の湿度範囲は孵化のそれよりも広いことが明らかとなった。

低湿度が卵におよぼす影響は次の 2 通りに分けて考えることができよう。(1) 32% R.H. 以下という極端な低湿度条件下では、卵内における幼虫体の形成がほとんどみられなかったもので、このような低湿度は卵の胚子発育を妨げると。(2) 75% R.H. では 92% R.H. 以上の湿度と比較して、卵内幼虫体完成率の差が少ないにもかかわらず、孵化率では著しい低下をみているので、この湿度は幼虫の卵からの脱出を阻害する。

卵期間は高温ほど短くなるが、同一温度でも湿度が低下するにつれてやや延長する傾向がみられる。しかしその差は0.3日以内であって判然としない。

2. 12時間ごとに交互に変動する湿度条件下における卵の発育と孵化

前記の結果から低湿度が卵の発育や孵化に悪影響をおよぼすことがわかったが、野外においては一定の湿度条件下に曝されることは考えられない。日中と夜間では当然湿度が変化する。そこで12時間ごとに交互に変動するような湿度条件下では、卵の発育や孵化にどんな影響があるかを調べるために、100% R.H. と92, 75, 55, 32および17% R.H., 92% R.H. と75, 55および32% R.H., 75% R.H. と55% R.H. をそれぞれ組み合わせて9区を設けた。

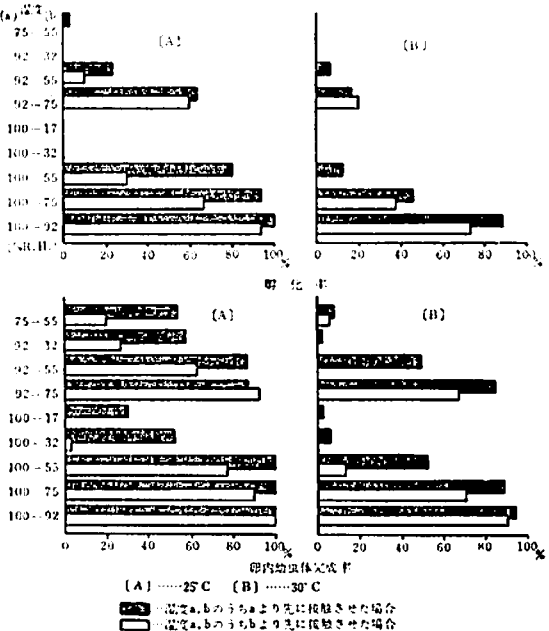
更にそれぞれの組み合わせで、どちらの湿度から先に接触させるかによって結果が大きく相違することも考えられるので、高湿度から先に接触させた場合と、低湿度から先に接触させた場合の2つに分けて実験した。温度は25℃と30℃の2通りとした。

実験結果は第2表および第2図に示すとおりである。

まず25℃の場合についてみると、17%および32% R.H. という低湿度と組み合わせた区では孵

化する卵がなく、明らかに有害である。孵化のみられた区では、組み合わせた2つの湿度がともに高ければ高いほど孵化率も上昇し、100% R.H. と92% R.H. とを組み合わせた区の孵化率は最も高く、全期間100% R.H. に置いた前記の実験の場合よりも高率を示した。

第2図 交互に変動する湿度条件下における卵の発育



第2表 交互に変動する湿度条件下における卵の発育

湿度		25℃				30℃			
		供試卵数		孵化虫数		供試卵数		孵化虫数	
a	b	a→b	b→a	a→b	b→a	a→b	b→a	a→b	b→a
%R.H.									
100	92	30	30	30	28	50	30	44	22
100	75	30	30	28	20	50	30	23	11
100	55	30	30	24	9	50	30	6	0
100	32	30	30	0	0	50	30	0	0
100	17	30	30	0	0	50	30	0	0
92	75	30	30	19	18	50	30	8	6
92	55	30	30	7	3	50	30	3	0
92	32	30	30	0	0	50	30	0	0
75	55	30	30	1	0	50	30	0	0

備考 (1) a→bは実験開始の際、aの湿度から先に接触させた場合、b→aはbの湿度から先に接触させた場合である。

(2) 実験期間 1955年7月6～11日

組み合わせた湿度のうち、どちらから先に接触させるかによって孵化率に著しい差異が生じた。たとえば 100% R.H. と 55% R.H. を組み合わせた区の場合、高湿度 (100% R.H.) の方から先に接触させると、孵化率は 80% にも達するのに、低湿度 (55% R.H.) から先に接触させるとわずか 30% しか孵化しなかった。このように高湿度から先に接触させた場合の方が低湿度から先に接触させた場合よりも常に孵化率が高く、その差は組み合わせた 2 つの湿度の差が大きいほど著しくなった。

孵化しなかった 32% R.H. 以下の湿度と組み合わせた区でも、卵内の幼虫体形成はかなり認められた。32% R.H. の恒湿条件 (第 1 表) では卵内幼虫体完成率は 0% であったが、本実験のような間歇的な低湿度への接触では、胚子発育を完全に阻害することはできないことを示しているといえよう。しかし、卵内幼虫体完成率も孵化率の場合と同様に、組み合わせた 2 つの湿度がともに高いほど高くなる。また同一の区でも高湿度から先に接触させた場合の方が、低湿度から先に接触させた場合よりも高率であり、その差は両湿度の差が大きなほど著しくなる。このことから実験開始後 12 時間の湿度条件が卵の胚子発育に大きく影響するのではないかと推察される。

卵内で幼虫体が完成しているにもかかわらず、孵化しなかった卵が 55% R.H. 以下の低湿度と組み合わせた区に多くみられる。これは低湿度が卵内幼虫の孵化活動を阻害したためと思われるが、特に低湿度から先に接触させた場合にこの傾向が強く現われているのは、ちょうど孵化がおこる時点 (25°C での卵期間は約 2.2 日) で低湿度に接触させられているためであろう。たとえば 100% R.H. と 55% R.H. とを組み合わせた区では、高湿度から先に接触させると、実験開始後 2.0~2.5 日目は 100% R.H. に接触させられており、この期間に 11 個の卵が孵化した。これに続く 2.5~3.0 日目 (55% R.H. 接触) には孵化卵は認められず、3.0~3.5 日目 100% R.H. 接触) に再び 11 個の孵化卵が認められ、孵化は高湿度接触期間においてのみおこっている。すなわち、高湿度より先に接触させた場合は、孵化のおこる 2.0~2.5 日目には高湿度に接触

させられることになり、孵化活動が容易になるのに反し、低湿度から先に接触させると孵化時期は低湿度に接触させられることになり、このために孵化活動が著しく阻害されるものと考えられる。

30°C の場合にも同様な傾向がみられるが、その程度は更に強くなっていく。すなわち、孵化率、卵内幼虫体完成率は 25°C の同じ湿度条件の場合よりもいずれも低い数値となっている。55% R.H. と組み合わせた区では、低湿度より先に接触させた場合に孵化する卵がなくなっているし、32% R.H. と組み合わせた区では卵内幼虫体完成率さえも著しく低下し、このような低湿度に遭遇した卵は大部分発育早期に死亡するものと思われる。

3. 低湿度の接触時期および期間が卵の発育および孵化に及ぼす影響

前章の結果から低湿度が卵の発育に有害であることが明らかになった。それでは産卵後どの時期に、どの位の期間低湿度に接触させられたときに発育阻害や孵化阻害がおこるのか、という問題がある。そこで第 3 図に示すような設計で、さまざまな時期に低湿度に接触させる実験を行なった。高湿度としては 100% R.H., 低湿度としては 92, 75 および 55% R.H. の 3 段階を用い、更に温度を 25°C および 30°C にわけた。結果は第 3 表および第 4 図に示すとおりである。

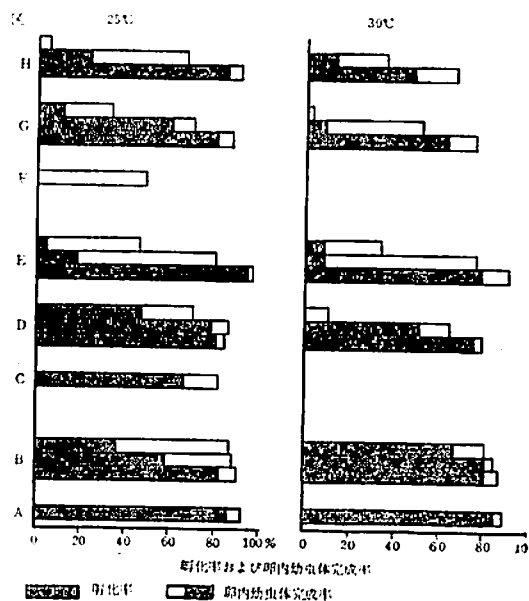
25°C, 30°C とともに同様な傾向が認められ、30°C の場合に低湿処理の影響が強く現われていることは前述の実験結果と同じである。ここでは 25°C の実験結果についてのみのべることにする。

B 区は低湿度に移した直後が平均孵化期に当たるため、孵化率は著しく影響を受ける。しかし、孵化直前まで高湿度に置かれていたために、卵内幼虫体完成率は全期間高湿度であった A 区との間に差は認められなかった。D 区では低湿度を 55% R.H. とした場合のみ孵化率・卵内幼虫体完成率ともに低下している。E 区は孵化時期に低湿度条件下にあるために B 区と似た傾向を示すが、低湿度接触期間が B 区よりも長いために、孵化率の低下は一層激しく、低湿度を 55% R.H. とした場合には卵内幼虫体完成率も低下した。G 区は卵内幼

第3図
低湿度の卵期発育に及ぼす影響の実験設計
(25℃および30℃、
1955～1956)

区	1日目	2 "	3 "
A	高湿度(100%R.H.)	高湿度(100%R.H.)	高湿度(100%R.H.)
B	高湿度(100%R.H.)	低 "	高湿度(100%R.H.)
C	高湿度(100%R.H.)	高湿度(100%R.H.)	低 "
D	低 "	高湿度(100%R.H.)	高湿度(100%R.H.)
E	高湿度(100%R.H.)	低 "	高湿度(100%R.H.)
F	低 "	高湿度(100%R.H.)	低 "
G	低 "	低 "	高湿度(100%R.H.)
H	低 "	低 "	低 "

第4図 低湿度の接触時期および期間と卵の発育
(各区とも上より順に低湿度として
55, 75, 92% R.H. 使用)



第3表 低湿度の接触時期および期間が卵の発育に及ぼす影響 (その1)

区	使用した低湿度 (% R.H.)	25℃			30℃		
		供試卵数	孵化率	卵内幼虫体 完成率	供試卵数	孵化率	卵内幼虫体 完成率
A	—	100	86 %	92 %	60	85 %	88.3%
B	92	50	82	90	50	80	86
	75	50	58	88	50	80	84
	55	50	36	86	50	66	80
C	55	85	65.9	81.2	—	—	—
D	92	50	80	84	50	74	78
	75	50	78	86	50	50	64
	55	135	46.7	69.6	50	0	10
E	92	50	94	96	50	78	90
	75	50	18	80	50	8	76
	55	135	3.7	45.9	50	8	34
F	55	85	0	49.4	—	—	—
G	92	50	80	86	50	62	74
	75	50	60	70	50	6	50
	55	135	10.4	32.6	50	0	2
H	92	100	85	91	80	47.5	66.3
	75	100	23	67	80	1.3	35
	55	125	0	4.0	80	0	0

備考 実験期間 1955年7月26日～8月20日および1956年6月4日～15日

虫体完成率が低下しているが、孵化時期には高湿度条件下に置かれているため孵化率は比較的高かった。

これらの結果を考え合わせると、92% R.H. は卵の発育孵化にほとんど悪影響をとおぼすことはないと思われる(30°Cでは100% R.H. との間に明らかに差があり、発育孵化を阻害している)。75% R.H. は卵内幼虫体の形成にはあまり影響しないが、孵化には著しい悪影響をおよぼしている。このことは第1表の結果にも示されている。B区にみられるように、孵化直前まで高湿度条件下にあった場合でも、孵化率が著しく低下しているため、75% R.H. は胚子発育よりもむしろ孵化活動を阻害するものと考えられる。これに対し55% R.H. の場合は、B区はもちろんのこと、CおよびD区のように孵化時期に高湿度条件下におかれた場合でも孵化率が低下し、卵内幼虫体完成率と孵化率との差がかなり大きい。このことから卵のいかなる発育時期であろうとも、55% R.H. に24時間接触させると孵化に悪影響があることがわかる。一方D~H各区の結果から、この湿度は卵の胚子発育を阻害することはきわめて明らかである。

では、胚子発育の阻害はどの時期におこるのであろうか。以下胚子発育を阻害する55% R.H. についてみると、B、C両区の卵内幼虫体完成率は80%以上を示し、一見第1日目のみ阻害がおこり、第2日目以降は低湿度の影響を受けないようである。しかし、第2・第3両日とも低湿度条件下においたE区の卵内幼虫体完成率はかなり低下している。また発育期間中高湿度に接触する機会があったA~G各区の卵内幼虫体完成率は、全期間低湿度条件下におかれたH区のそれと比較してはるかに高い。このことは卵の発育時期に関係なく、高湿度に接触する機会さえあれば発育できるということ、換言すると卵は発育期間中常に湿度条件の影響を受けることを示す。

次に胚子発育の途中で低湿度の影響を最も受けやすい時期はいつであろうか。低湿度(55% R.H.)に24時間だけ接触させたB、C、D3区における卵内幼虫体完成率はそれぞれ86、81.2および69.6%である。卵の発育初期に低湿度に接触し

たD区が最も影響を受けている。すなわち、第1日目が最も湿度の影響を受けやすいことになるが、第2、第3日目についてはこの数値のみでは判断しがたい。そこで第1日目の湿度条件のみ異なる区——AとD、BとF、CとG、EとH——の間で卵内幼虫体完成率の差を算出し、同様なことを第2、第3日目の湿度条件が異なる区間についても行ない、これらの数値を相互に比較してみた。今それぞれの日について算出された4つの数値の平均値を示すと、第1日目、37.4、第2日目33.3、第3日目22.5となり明らかに第1日目の湿度条件の差による胚子発育への影響が最も大きく、第2、第3日目と卵の発育進行とともに次第に小さくなる。

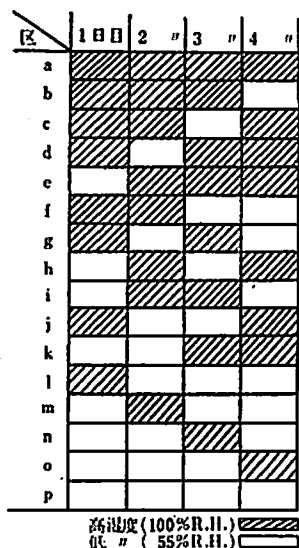
接触期間については、24時間とした場合、第1日目に接触させると(D区)悪影響があるが、第2、第3日目では影響が少ない。48時間接触した場合(E、FおよびG区)には、いずれも胚子発育は悪影響を受けた。

このように低湿度は、卵の全期間を通じて種々の程度に悪影響をおよぼすものと考えられるが、25°Cにおける卵期間はわずか2.2日であるため、第2日目の後半から孵化する卵が現われた。このためC、F両区は卵の発育中間のみを低湿または高湿条件としたものとは必ずしもいい難い。そこで卵期間3.1日を要する20°Cの場合について、25°Cの場合と同様な実験を行なった。(第5図、第4表)。

温度を20°Cに下げたため、低湿度の影響も25°Cの場合より弱くなっている。全期間低湿度においても38%の卵が幼虫体を完成し、48時間程度の低湿度接触(1~k区)は胚子発育への影響が少なく、80%以上の卵内幼虫体完成率を示した。低湿度への接触時間を72時間にすると(1~o区)接触時期による卵内幼虫体完成率の差が明らかになってくる。この場合卵の発育初期にわずか24時間でも高湿度に接触した卵ほど幼虫体の形成が良いことは25°Cの場合と同様であるが、n区とo区との差、すなわち発育後期での差は認められなかった。25°Cの場合と同様に第1日目の湿度条件のみが違っている区(例えばaとe、bとiなど)以下同

様に第2～4日目についてそれぞれ卵内幼虫体完成率の差を算出して比較すると、やはり第1日目の湿度条件の差異が最も大きく影響し、以下日を

第5図 低湿度の卵期発育に及ぼす影響の実験設計 (20°C, 1956)



第4表 低湿度の接触時期および期間が卵の発育に及ぼす影響 (その2)

区	供試卵数	孵 化		卵内幼虫体完成	
		卵 数	率	卵 数	率
a	49	49	100%	49	100%
b	50	12	24	46	92
c	50	39	78	46	92
d	50	45	90	48	96
e	50	40	80	47	94
f	50	4	8	45	90
g	50	13	26	47	94
h	50	35	70	44	88
i	53	7	13.2	47	88.7
j	53	18	34.0	48	90.6
k	50	29	58	42	84
l	50	0	0	42	78
m	50	0	0	39	62
n	50	6	12	31	66
o	50	17	34	33	66
p	50	0	0	19	38

備考 実験期間 1956年10月2～20日

追って低下するが、第3日目と第4日目との間には差が認められなかった。低湿度への24時間の接触では、接触時期による差異が現われず、24時間以上の接触によって始めて差が生じてくるので低湿度による卵の発育阻害作用は、温度と密接に関係しているものと考えられる。

IV 論 議

イネヒメハモグリバエの成虫は、水辺に棲息して水面上に浮游しているイネ科植物の葉に好んで産卵する習性があるので、卵の発育孵化には水分あるいは湿度が密接に関係するであろうことは容易に推測される。筆者¹⁵⁾(1955)は若干の実験結果からその可能性を指摘した。

本報告では卵の発育に対する湿度条件の影響を中心にした実験結果をのべてきた。

卵の孵化は14°C以上の温度の場合には75% R.H. 以上の高湿度条件が必要である。しかし、温度の上昇につれて75% R.H. での孵化率は低下するので、30°C以上の高温では更に高湿度を必要とするかも知れない。また逆に14°C以下の低温の場合にはより低湿度でも孵化が起こりうることも予想される。

卵内の幼虫体完成は、孵化しなかった低湿度でもかなりみられ、その傾向は低温になるほど強くなっている。このため幼虫体を完成しうる温湿度範囲は孵化のそれよりも遙かに広がっている。92% R.H. における卵内幼虫体完成率は、100% R.H. のそれと比較して何ら差異が認められないので、92% R.H. は卵の発育には十分な湿度条件であると考えられる。75% R.H. の場合は100% R.H. または92% R.H. に比較してやや劣り、特に高温条件(30°C)下では明らかに発育を阻害している。しかし75% R.H. とそれ以上の高湿度を組み合わせた場合(第2図および第3表)には、ほぼ十分な発育がみられたので、卵の発育に適する湿度条件は75% R.H. 以上であると推定される。ただし GRIGARICK¹⁾(1959)によれば、51% R.H. でも胚子発育率は80%以上の高率を示し、98% R.H. との間は何ら差は認めていない。筆者の結果では55% R.H. で14°Cの場合は32.5%, 30°C

ではわずかに5.1%で、GRIGARICKの結果と著しく相違している。

最適温湿度については、第1表に示す温度条件が3段階のためにやや判定困難であるが、第4表(20°Cで実験)の結果をも合わせて考察すると、孵化率は20°C、100% R.H.で最も高く、ついで25°C、100% R.H.である。55% R.H.での卵内幼虫体完成率は20°Cで38%を示し、最も高率である。これらのことから最適温度は20°C附近にあると考えられる。GRIGARICK¹⁾(1959)の結果でも、72, 80°F (22.2, 26.7°C)が最適温度とみられる。一方湿度については常に100% R.H.が最も発育に良く、最適湿度であることはきわめて明瞭である。

低湿度条件下における発育初期の死亡卵は、中央部が凹み内容物が卵の両端に圧縮されたような状態をている。これに対し高湿度での初期死亡卵は外観上に変化はない。低湿度条件下では卵内の水分が薄くて軟弱な卵殻を通して外側に吸出されるために、発育に必要な水分を保持できなくなつて死亡するものと考えられる。同様なことは蚤およびニカメイガの卵についても知られている。

(道家²⁾: 1935, 1936)。75% R.H.以上の湿度では卵内で幼虫体が完成しているのに孵化に至らず死亡するものが多いが、その原因も卵殻および卵内幼虫体の表皮を通じての水分喪失であろうと考えられる。また卵殻から脱出したままで死亡するものや、先端を破って脱出可能な状態にありながら卵内で死亡するものなどがあり、GRIGARICK¹⁾(1959)もこの事実を指摘している。同様な現象は山崎³⁾(1939)が柞蚕の卵で観察している。

低湿度による卵の発育や孵化に対する阻害は、第2表以下の結果から明らかにされたように、55% R.H.以下の低湿度は卵の発育を阻害し、その程度は卵の発育初期ほど、また接触期間が長いほど強くなる。75% R.H.は卵の発育初期にはあまり影響を及ぼさないが、卵内の幼虫が孵化脱出する活動を阻害する。すなわち、卵が発育して幼虫体を形成するまでは75% R.H.程度でほぼ十分であるが孵化するには92% R.H.くらいの高湿度が必要であると結論される。

湿度の影響は単に関係湿度の値によって決定できるものでなく、接触期間の長短が問題となる。そこで比較を容易にするため、GRIGARICK¹⁾(1959)は湿度調節に使用した飽和溶液のそれぞれの温度における蒸気圧の飽和差(Hg. mm)とその温度における平均卵期間(日数)との積を算出した。この値が10以上であれば卵の胚子発育に有害に作用し、22~34に達すれば致死性的であるとしている。このような関係が明らかになれば、任意の湿度における有害あるいは致死関係湿度は容易に算出することができ、実用上きわめて有用であると考えられる。

湿度が卵期間におよぼす影響については、マメゾウムシの1種 *Bruchus obtectus* (MENUSAN⁴⁾ 1939)、マツケムシ(小島⁵⁾ 1936)、柞蚕(山崎³⁾ 1939) アズキゾウムシ(石倉⁶⁾ 1940)、ヒヨウホンムシの1種 *Mezium affine* (HOWE⁷⁾ 1953)などいろいろな昆虫について報告されており、発育最適湿度から離れるほど、すなわち一般には低湿度ほど発育が遅延するという結果になっている。ムギキモグリバエ(西島¹⁾ 1960)では湿度の影響は受けないというが、低湿度で卵期間がわずかに延長している。イネヒメハモグリバエの場合も、第1表に示すように、75% R.H.における卵期間は100% R.H.のそれよりも0.3日長くなっている。GRIGARICK¹⁾(1959)の結果では卵期間の延長する傾向が筆者の場合よりも顕著であり、72°F (22.2°C)の場合の延長は1日間におよんでいる。GRIGARICKは産卵後2時間以内の卵を供試し、観察調査も2時間ごとに行なっているのに対し、筆者は産卵後24時間以内の卵を用い、調査は24時間ごとであつて、このような試験方法の相違が上記の差となつて現れたものと考えられる。

このような低湿度による卵期間延長の原因として、小島⁵⁾(1936)は低湿度は卵の胚子発育速度に影響を与えるのではなく、胚子発育後の卵内幼虫の活動を低下させ、脱出に長時間を要するためと考えた。これに対し石倉⁶⁾(1940)は低湿度が卵内の水分を喪失させる結果、物質代謝速度を低下させ、胚子発育を遅らせるためであると推察している。イネヒメハモグリバエでは、75% R.H.の場

合に、卵殻の先端を破りながらすぐに脱出を始めないものがしばしばみられた。また12時間ごとに湿度を変動させた実験では、高湿度(92% R.H.以上)に接触した時に孵化卵が多く、低湿度(75% R.H.)に接触したときには孵化率が激減しており、明らかに孵化虫数の波状の変動がみられた。これらの事実から低湿度は幼虫の脱出活動を低下させるものと考えられ、小島⁹⁾(1936)のマツケムシ卵の場合と一致する。しかし、低湿度は卵の發育途中のどの時期にも阻害作用があるから、發育速度にも影響することが考えられ今後更に詳細な検討が必要である。

さて、野外において、イネヒメハモグリバエの卵が低湿度の影響を受けて發育が阻害されるようなことがおこりうるであろうか。ヨーロッパでは時々麦類に多発生してしているが、KREITER⁹⁾(1928)およびKÜRTING⁷⁾(1931)はその原因として、その年はきわめて湿度が高かったためであると考えている。このように卵の發育や孵化に必要な高い湿度条件が保たれた場合には、麦類にも発生することがあるのである。札幌地方は4~5月が乾燥期であって月平均湿度は70%台である。従って日中にはしばしば卵の發育や孵化に有害な程度にまで湿度が低下することとなろう。しかし、イネヒメハモグリバエは主として水面上の浮葉に産卵するので、たとえ大気中の湿度が相当低下しても、水面や植物体表面から蒸発する水蒸気によって、卵の周囲の微気象はかなりの高湿度であろう。水面から離れた位置にある卵は、低湿度の影響を受けることがあると思われるが、大部分の卵は水面附近に産付されるから、自然界においては低湿度のみによる卵の發育阻害ということはおこらないと推察される。

V 要 約

1955, 1956 両年にわたってイネヒメハモグリバエの卵の發育および孵化におよぼす湿度の影響について2, 3の実験を行なったが、特に低湿度が悪影響を与えることを指摘した。

1. 55% R.H. 以下の湿度では、卵は孵化することなく、75% R.H. でも孵化率はかなり低い。

卵内における幼虫体の形成は55% R.H. でも認められ、14℃の場合には32% R.H. でもわずかに認められた。

2. 胚子の發育可能な湿度範囲は孵化可能な湿度範囲よりもはるかに広いが、これらは温度によって変化し、最適温湿度は20~25℃, 100% R.H. 附近にある。

3. 55% R.H. 以下の低湿度は主として卵の初期發育を、75% R.H. は卵内幼虫の孵化脱出を阻害する。

4. 湿度を12時間ごとに交互に変動させた際、高湿度の方から先に接触させた場合の方が低湿度から先に接触させた場合よりも、常に孵化率、卵内幼虫体完成率ともに高く、その差は両湿度の差が大きいほど著しい。

5. 低湿度による卵の發育阻害は發育期間中のいかなる時期にもおこるが、その程度は産卵直後が最も強く、以下發育の進行につれて弱くなる。

6. 高湿度(100% R.H.)に24時間以上接触する機会があると、卵は胚子發育を完了することができる状態になりうる。逆に低湿度(55% R.H.)に24時間接触させると、温度が25℃以上の場合には孵化率を低下させるが、20℃では影響がみられなく、より長時間の接触が必要である。

引用文献

- 1) 道家信道, 1935; 蚕卵の催青温湿度が孵化率に及ぼす影響, 応動雑, 7: 63~69.
- 2) ———, 1936; 二化螟虫の生態に及ぼす温湿度の影響(第1報), 応動雑, 8: 87~93.
- 3) FÉRON, M. & H. AUDEMARD. 1956; Notes sur *Hydrellia griseola* (Dipt. Ephydridae), mouche mineuse du riz en France. Ann. Épiphyt. 7: 421~430.
- 4) GRIGARICK, A. A. 1959; Bionomics of the rice leaf miner, *Hydrellia griseola* (FALLÉN), in California (Diptera: Ephydridae). Hilgardia 29: 1~80.
- 5) HOWE, R. W. 1957; A laboratory study of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Col. Anobiidae) with a critical review of the literature on its biology. Bull. Ent. Res. 48: 9~56.
- 6) 石倉秀次, 1940; アヅキゾウムシの卵期發育に及ぼす温湿度の影響, 応動雑, 11: 218~229.
- 7) KÜRTING, A. 1931; Ueber die Entwicklung der grauen Gerstenminierfliege (*Hydrellia griseola*

- FALL.) bei verschiedener Ernährung. Zeit. f. Pfl.-krankh. 41:321~333.
- 8) 小島俊文, 1936; マツケムシの卵期発育に及ぼす湿度の影響, 応動雑, 8: 299~307.
 - 9) KREITER, E. A. 1927; Contribution to the biology of the barley fly. Rep. Bur. Appl. Ent. 3: 92~98.
 - 10) 桑山 覚, 1953; 北アメリカに於ける稲姫葉潜蠅の大発生, 植物防疫, 7: 12~13.
 - 11) ———, 1954; 北海道に於ける稲作害虫とその防除, 北農試報告, 46: 1~106, 特に P. 25~26
 - 12) LANGE, Jr. W. H., K. H. INGEBRETSEN, & L. L. DAVIS. 1953; Rice leaf miner: Severe attack controlled by water management, insecticide application. Calif. Agr. 7: 8~9.
 - 13) MENUSAN, Jr. H. 1934; Effect of temperature and humidity on the life processes of the bean weevil, *Bruchus obtectus* SAY. Ann. Ent. Soc. Amer. 27: 515~526.
 - 14) NISHIJIMA, Y. 1960; Studies on the barley stem maggot, *Meromyza saltatrix* (LINN.), with special reference to the ecological aspects. Jour. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 51: 381~448.
 - 15) 富岡 暢, 1955; イネヒメハモグリバエの発育と湿度との関係, 北日本病虫研, 特報, 3: 70~74
 - 16) WILKE, S. 1924; Die graue Gerstenminierfliege, *Hydrellia griseola* FALL. (Dipt. Ephydr.). Deutsch. Ent. Zeitschr., 1924, Heft 2: 172~179.
 - 17) 山崎輝男, 1939; 柞蚕卵の孵化に及ぼす温湿度の影響, 応動雑, 11: 167~176.
 - 18) ZWÖLFER, W. 1932; Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeit. f. Ang. Ent. 19: 497~513.

Summary

The smaller rice leaf-miner, *Hydrellia griseola* FALLÉN, is one of the most serious pests of the rice plant in Hokkaido. In 1954 it occurred abundantly causing a great deal of damage to rice in the northern part of Japan.

The present studies were carried on in 1955-1956 to investigate the effects of humidity on the embryonic development and hatching of the egg.

1) The eggs were subjected to six different conditions of humidity (100, 90-95, 70-80, 50-60, 29-35 and 17% R.H.) at each of three temperatures (30°, 25° and 14 °C) respectively. In general, the hatching eggs decreased in number corresponding to the decline of relative humidity, but were only slightly affected by temperature. At a constant relative humidity of 50-60 per cent no hatching took place, though embryonic development was seen at times. The optimum humidity for egg development is 100% R.H., under which condition the rate of hatching was 85-100 per cent.

2) Under the experimental condition of changing humidity every 12 hours alternately, both the rate of hatching and embryonic development were always higher when the eggs were subjected to higher humidity at first than when they were subjected to lower humidity at first.

3) In experiments on exposure to low humidity (50-60% R.H.) at various times in the process of egg development, harmful effect was always recognized throughout the whole course of egg development. When the egg was exposed to low humidity for 24 hours the rate of hatching considerably decreased, and when over 48 hours that of embryonic development was also remarkably influenced.

As shown in the present experiments high humidity of more than 90% R.H. is necessary for completion of egg development. It is, therefore, quite natural that the fly oviposits by choice on leaves of rice plant which lie on the surface of water in the paddy field.