



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	光刺戟に対するリンゴハダニの行動、特に幼体に於ける集合体形成に就いて：（リンゴハダニの生態学的研究）
Author(s)	森, 樊須; MORI, Hans
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(3), 105-111
Issue Date	1955-10-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11599">https://hdl.handle.net/2115/11599</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	2(3)_p105-111.pdf



# 光刺戟に対するリンゴハダニの行動, 特に 幼体に於ける集合体形成に就いて

(リンゴハダニの生態学的研究 III)

森 樊 須\*

On the phototaxis in the fruit tree red spider mite,  
*Metatetranychus ulmi* (C. L. KOCH, 1835), with  
special reference to aggregation of larvae.

By

Hans Mori

(Zoological Institute, Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

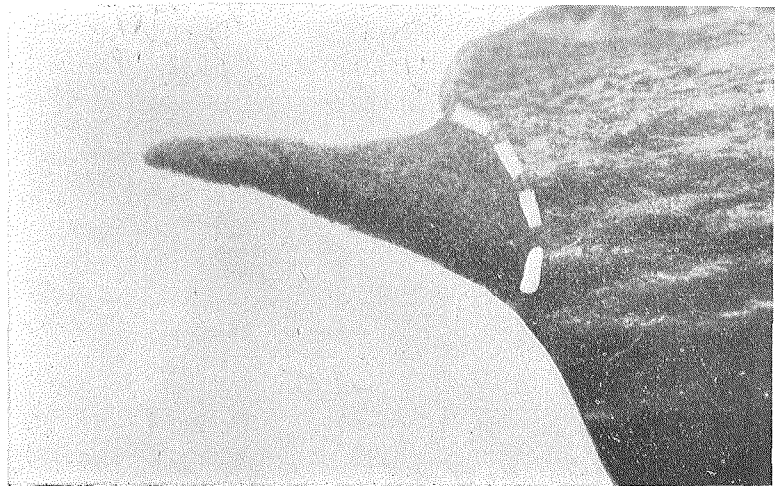
## 緒 言

リンゴハダニに限らず、ハダニ科 (*Tetranychidae*) の光刺戟に対する行動に関する業績は未だその例を見ない。

リンゴハダニ *Metatetranychus ulmi* (C. L. KOCH, 1835) は卵態で越冬する。越冬卵は寄主植物 (本邦に於ける主要樹種はリンゴ, ナシ, ハルニレ等) の小枝, 殊に分岐部, 葉芽腋, 花芽基部, 葉痕皺の諸部位を選択して産下されている。春季 (札幌付近では通常5月上旬) に孵化し始めるが, 冬期間中に剪定作業を了へ放置してあつたリンゴ樹の剪定した枝上に, 著者はリンゴハダニの幼体のみで形成されている顕著な集合体を発見した。その形状, 円錐乃至円柱形に類似した集合体は各枝に於て孵化したハダニ幼体の総数によつて大きさを異にするが, 屢々高さ 10 mm 以上, 底部の直径 5 mm 以上に達し (これ位の大きさの集合体にな

ると幼体 10,000 個体以上により形成される), 孵化直後の鮮紅色をした幼体の群集によつて, 恰も“天狗の鼻”状の奇観を呈している。偶々著者の観察した枝は剪定後に果樹園内の一カ所に堆積されたものであつて, 周囲の樹木によつて日当り悪く, 太陽光線を日中殆ど定つた側から受ける環境にあつたが, ハダニの集合体は枝の切口或は先端部の光のあたる側に於て皆定つた向き即ち日射の方向を指向していた。

野外に於ける集合体の形成は上述の如き一定光条件



第1図 リンゴハダニの幼体により形成された顕著な集合体 (白線の左側), 幼体総数 14,100 個体内外

\* 北海道大学農学部動物学教室

下に置かれた剪定した枝にだけ見られる現象であつて、春季、第一世代の幼体の出現する頃、既にリンゴ樹或はナシ樹は展葉期に入つているので、孵化したハダニは直ちに手近の葉に移住してしまつたために集合体を生ずることはない。また果樹園内では年間を通じて樹体上の如何なる部位にも本種ハダニの幼体、第1ニフ、第2ニフ、或は成体によるかかる集合体の形成を認めることは出来ない。リンゴハダニのこの様な行動に就いての生態的知見はハダニと環境との相互関係によつて惹起される生活現象の一断面としてみると興味のある現象であろう。

著者はリンゴハダニの幼体にみられる顕著な集合体の形成機構の解明を期しているが、今回は集合体形成に関して必須条件であると考えられる光刺激に対するハダニの行動を調べた結果、本種の幼体は孵化直後に強い陽性走光反応を示し、物質代謝に伴う内的変化とか發育の段階によつて走光性もまた異なる事実を実験的に確めた。茲に報告する成績は表題に掲げた問題に対して必ずしも満足すべき資料を提供していないが、今後の実験によつてそれを補つてゆきたい。

なお本種ハダニの集合体形成に関する知見は著者の報告を以て嚆矢とするものである。

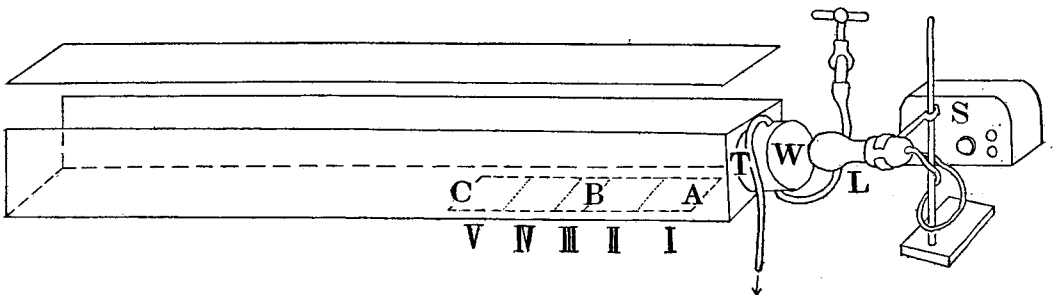
### 材料と方法

実験、観察には1954年5月、1955年4、5月に北大農学部付属果樹園のリンゴ樹より採集して室内飼育したリンゴハダニ *Metatetranychus ulmi* (KOCH) の第1世代幼体及び同世代成体を使用した。供試幼体は越冬卵より何れも実験の当日に孵化したものであり、成体も同じく成化した当日の活潑な個体を用いた。光刺激反応を検査するに際し、実験前にハダニの置かれていた明暗環境の如何が走光性に及ぼす影響と日週期によつて行動も変化する可能性を考慮して、供試ハダニは総て実験前2時間暗室に於て暗適応させた後、毎夜午後8時より午後12時までの比較的定つた期間に実験を行つた。なお実験毎に供試ハダニを変えて同一個体を使用しない様にした。

走光性実験装置を第2図に示す。装置は一方向から照明する“光のトンネル”型をなし、木板製の長方形をした筒にして、内部の長さ435cm、幅20cm、高さ19cmを測り、上面は取り外しの出来る蓋を以て蔽い、内壁は黒色に塗り可及的に反射光線を吸収する様に努めた。暗室の底面には幅10cm、長さ90cmの方眼紙を敷き、ハダニの行動域とした。ハダニは容易に紙面から散逸するので辺縁に粘着剤を塗つてそれを防止した。方眼紙は内部を20cm×10cm4区と、10cm×10cm1区、合計5区劃に区分する。図中A、Cは紙面の両端を、Bは第III区劃の中央点を示す。実験の目的によつて方眼紙を移動して光源からの距離を400cmまで変えることが出来る。実験に當つては上蓋を外してB付近に供試ハダニを放ち光に対する行動を検査した。光源には5 Wattより250 Wattに至る8種のマツダランプを使用した。このうち5、10、20、40、60、100 Wattは艶消、200 Wattは透明、250 Wattはシリカ塗布電球である。電球は水平に置き、何れもその中心部をトンネルの内底より10cmの高さに位置させた。光源(L)とトンネルの光源側の入口(T)の距離は10cmであつてその間に両面がガラスよりなる内厚5cmの水槽に流水を通して、光源より輻射する熱線を吸収した。電圧は自動電圧調整器によつて100 Voltに保つた。因みに、装置を設置した暗室内の実験時の温度は21.0°~26.5°C、湿度は76.0~96.0%であつた。なおリンゴハダニはその形態、微小且軟弱のため、移転に際しては馬の毛にハダニを付着させて傷つけないように細心の注意をはらつた。

### 分散密度より見た走光性行動

実験法は二化螟蛾の走光性調査に當つて彌富(1935)が行つた方法に準じた。前述の装置に於て一定数のハダニをB点付近に放ち一定時間の後、行動域の各区(I~V)に於けるハダニの分散密度により走光性反応の陽陰を見る方法であつて、彌富の指摘する如く、一時に多数個体を供試し得て個体差に基く誤差及び活



第2図 装置模型図

L: 光源 T: トンネルの入口 S: スタビライザー W: 水槽

動性の多少に基く誤差をある程度まで相殺し得る。今 I~II 区に分散した個体数を  $P$  とし，IV~V 区に分散した個体を  $N$  とすれば， $P/(P+N) > 0.50$  のとき

第1表 幼体 (未摂食)

実験開始後 時間(分)	供 試 個体数	ハダニの分布				
		I	II	III	IV	V
0	15			15		
30		2	10	3	0	0
60		11	3	1	0	0
90		14	1	0	0	0
120		14	1	0	0	0
150		13	2	0	0	0

第2表 雌成体 (摂食後)\*

実験開始後 時間(分)	供 試 個体数	ハダニの分布				
		I	II	III	IV	V
0	15			15		
30		6	5	3	1	0
60		9	4	1	1	0
90		13	2	0	0	0
120		14	0	1	0	0
150		13	2	0	0	0

は陽性の， $P/(P+N) < 0.50$  のときは陰性の走光性を示すといえるであろう。

予備実験として行動域内に於けるハダニの分散状況の時間的変動を 60 Watt 照明下について調査した結果は第1,2表の如くである。幼体及び成体とも行動が一応安定する実験開始後 90 分の観察記録によつて分散密度を判定した。

ハダニの発育段階及び食餌処理にしたがつて供試個体を次の4グループに分けて走光性行動を調査した。

- 1) 未摂食幼体 (越冬卵から孵化直後の未摂食の幼体)
- 2) 摂食後幼体 (孵化直後の幼体をリンゴ葉に付けて葉汁を摂取させた個体\*)
- 3) 未摂食成体 (成化直後\*\*の未摂食の成体，但し雌のみ供試)
- 4) 摂食後成体 (成化後充分に摂食させた個体\*，雌雄別に供試)

備考 \* 摂取した葉汁はハダニの体表を通して見える。

\*\* 休眠中の第2ニッフを採集しておくとして脱皮直後の成体を得ることが出来る。

なお観察に當つて行動域の壁縁がハダニに及ぼす周辺効果の有無に注意したがその現象は認められなかつた。

各グループの実験成績を第3,4,5,6表に掲げる。

第3,4表に明かな如く，未摂食の幼体に於ては極

第3表 未 摂 食 幼 体

光 源 Watt	B点の位置* cm	B点の照度 lux	供 試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	$P/(P+N)$
5	50	5.97	30	28	1	1	0	0	29	0	1.0
10		14.58	29	29	0	0	0	0	29	0	1.0
20		34.06	30	30	0	0	0	0	30	0	1.0
40		78.0	30	30	0	0	0	0	30	0	1.0
60		145.64	29	27	2	0	0	0	29	0	1.0
100		262.19	29	29	0	0	0	0	29	0	1.0
200		650.0	30	21	5	0	4	0	26	4	0.87
250		1153.68	30	20	3	3	3	1	23	4	0.85

第4表 摂 食 後 幼 体

光 源 Watt	B点の位置* cm	B点の照度 lux	供 試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	$P/(P+N)$
5	50	5.97	29	7	13	8	1	0	20	1	0.95
10		14.58	30	10	8	10	2	0	18	2	0.90
20		34.06	28	8	11	9	0	0	19	0	1.0
40		78.0	30	12	6	10	1	1	18	2	0.90
60		145.64	30	11	8	9	2	0	19	2	0.90
100		262.19	30	10	12	5	3	0	22	3	0.89
200		650.0	30	1	15	9	2	2	16	4	0.80
250		1153.68	29	4	14	6	2	3	18	5	0.78

第5表 未摂食成体

光源 Watt	B点の位置* cm	B点の照度 lux	性別	供試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	P/(P+N)
5	50	5.97	♀	30	23	4	2	1	0	27	1	0.96
10		14.58		30	26	3	0	1	0	29	1	0.97
20		34.06		30	25	5	0	0	0	30	0	1.0
40		78.0		29	26	2	0	1	0	28	1	0.97
60		145.64		30	27	1	2	0	0	29	0	1.0
100		262.19		28	26	1	1	0	0	27	0	1.0
200		650.0		30	25	4	0	1	0	29	1	0.97
250		1153.68		29	21	2	5	1	0	23	1	0.96

第6表 摂食後成体

光源 Watt	B点の位置* cm	B点の照度 lux	性別	供試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	P/(P+N)
5	50	5.97	♀	30	24	3	0	3	0	27	3	0.90
10		14.58		29	27	1	0	1	0	28	1	0.97
20		34.06		30	28	0	1	0	1	28	1	0.97
40		78.0		30	27	3	0	0	0	30	0	1.0
60		145.64		29	25	4	0	0	0	29	0	1.0
100		262.19		30	26	2	2	0	0	28	0	1.0
200		650.0		30	21	6	2	1	0	27	1	0.96
250		1153.68		30	22	3	3	2	0	25	2	0.93
5	50	5.97	♂	20	14	2	2	2	0	16	2	0.89
10		14.58		20	16	3	0	1	0	19	1	0.95
20		34.06		20	16	3	1	0	0	19	0	1.0
40		78.0		19	17	2	0	0	0	19	0	1.0
60		145.64		20	17	0	3	0	0	17	0	1.0
100		262.19		25	21	1	1	2	0	22	2	0.92
200		650.0		25	20	3	0	1	1	23	2	0.92
250		1153.68		20	13	4	1	2	0	17	2	0.89

註 \* トンネルの光源側の入口 (T) より行動域の中心 (B) までの距離を表す。

めて顕著な陽性走光性を認めるが、未摂食グループに較べ摂食グループでは各区に於ける分布、殊に光源側の1区に到達する個体が著しく少く、幼体も一度葉汁を摂取すると同じ走光性を示すとはいえ、光刺激に対する感受性がかなり鈍感になることを物語っている。第5, 6表によると成体についても顕著な陽性走光性が見られるが、この場合は摂食、未摂食の両グループ間の行動域内に於ける分布の様式は酷似しており、光刺激による行動は摂食によつてさほど影響をうけないように思われる。なお摂食後成体についてのみ雄ハダニを供試したのであるが、第6表によると  $P/(P+N)$  の値には雌雄間に差が認められず、ハダニの走光性は雌雄同一傾向であると考えてよからう。

要するにリンゴハダニはこの範囲の照度では發育段階、摂食の有無及び性別に拘らず常に陽性を示し、特に孵化直後の未摂食の幼体に於て走光反応が極めて顕著であつて、摂食乃至發育によつて光に対する感受性もやや低下することを知つた。一般に本種ハダニは650 lux 以上の照度のとき走光性反応値は減少する傾向を有し、34 lux ~ 262 lux 間は最大値を示すようであるが、6 lux に於てもなお強く光に誘引されている。次に更に照度を低下させ走光性を誘致する最低照度を求める実験を試みた。

#### 走光性を誘致する最低照度

本実験はハダニの行動域を光源より漸次遠ざけAの

照度を相乘的に減衰させた場合のハダニの分散密度によつて走光性を誘致する臨界照度を求めた。今  $P/(P+N) > 0.50$  より  $P/(P+N) = 0.50$  に移行する臨界の照度が求める値であつて、この際、行動域の中心 B の照度を最低照度とせず A の照度を以てした理由

は、A の照度が走光性を誘致するのに充分であるならば当然  $P/(P+N) > 0.50$  となることによる。

実験には上述した 4 グループを供試した。但し成体は雌のみを供試した。その成績は第 7, 8, 9, 10 表に示す。

第 7 表 未 摂 食 幼 体

光源 Watt	B点の位置* cm	A点の照度 lux	供 試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	$P/(P+N)$
5	100	5.09	29	9	12	8	0	0	21	0	1.0
	150	1.63	30	3	8	17	2	0	11	2	0.85
	200	0.79	30	8	13	9	0	0	21	0	1.0
	250	0.47	29	2	7	18	2	0	9	2	0.82
	275	0.37	30	2	15	7	3	3	17	6	0.74
	300	0.31	30	1	6	15	8	0	7	8	0.47
0	50	0	30	0	3	24	3	0	3	3	0.50

第 8 表 摂 食 後 幼 体

光源 Watt	B点の位置* cm	A点の照度 lux	供 試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	$P/(P+N)$
5	100	5.09	30	6	12	11	0	1	18	1	0.95
	125	2.65	30	3	12	13	2	0	15	2	0.88
	150	1.63	29	3	6	9	9	2	9	11	0.45
0	50	0	30	0	4	20	6	0	4	6	0.40

第 9 表 未 摂 食 成 体

光源 Watt	B点の位置* cm	A点の照度 lux	供 試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	$P/(P+N)$
5	100	5.09	30	9	16	5	0	0	25	0	1.0
	150	1.63	29	6	7	14	2	0	13	2	0.87
	175	1.10	29	5	5	17	2	0	10	2	0.83
	200	0.79	30	1	9	10	7	3	10	10	0.50
	225	0.60	29	2	8	8	10	1	10	11	0.48
0	50	0	30	3	5	17	3	2	8	5	0.62

第 10 表 摂 食 後 成 体

光源 Watt	B点の位置* cm	A点の照度 lux	供 試 個体数	I	II	III	IV	V	P	N	$P/(P+N)$
5	100	5.09	30	18	2	7	3	0	20	3	0.87
	125	2.65	30	5	4	6	12	3	9	15	0.43
0	50	0	29	0	5	18	4	2	5	6	0.45

註 \* トンネルの光源側の入口 (T) より行動域の中心 (B) までの距離を表す。

実験結果によれば陽性走光臨界照度はそれぞれ、未摂食幼体  $3.7 \times 10^{-1}$  lux, 摂食後幼体 2.65 lux, 未摂食成体 1.10 lux, 摂食後成体 5.09 lux 付近である。以上の知見から孵化直後の未摂食幼体はこのたび供試

した他の発育段階及び摂食後の個体に較べて光刺激に対して極めて敏感に誘引されることが証明され、おそらく孵化直後の個体はハダニの生涯を通じて如何なる時期よりも走光性が顕著であることを窺い知るの

ある。

### 集合体形成に関する光条件

リンゴハダニの孵化直後の未摂食幼体は“天狗の鼻”とも称すべき美事な塔状の集合体を形成することを緒言に於て記述したが、この形成機構の一端を窺うために簡単な実験を試みて二三の知見を得た。

1) 北向きのガラス窓越しに太陽光線の入る部屋に本種の越冬卵が多数産下されている枝を持参して孵化直後の幼体の行動を観察すると、一方向から日射を当てた場合、幼体は枝の窓側の端に漸次蝟集し集合体を形成する。この際集合体の軸は日射の角度と一致している。2) 暗黒下及び完全な散光下では幼体の集合形成は認められない。この場合、幼体は枝上全面を彷徨しているが、暗黒下では散光下に較べて行動が不活潑のようである。3) 電燈光線下でも集合体を形成する。4) 集合体は光線に誘引された個体が光源側に集まって形成されるのであつて、順次早く孵化した個体が塔の基底部をなし、新しく孵化した個体が温積してゆく状態になるが、集合した個体は早晚死亡する。5) 集合体形成過程の枝を暗黒下或は散光下に移すと集合形成は停止して一部活潑な個体は分散する。6) 上述の観察によつて幼体の集合体形成は一定の光条件下、即ち一方向からの照明によつて惹起されることが証明されたが、集合体形成と照度の関係を知るため、“光のトンネル”装置内に越冬卵の産下されている短い枝(30cm程度に剪定した)を光線に平行に入れて任意の照度下に於て実験した結果、集合形成は光源側の枝端が  $3.7 \times 10^{-1}$  lux 以上の照度によつて生ずることを確認した。この照度はさきの実験によつて未摂食幼体の走光性を誘致する最低照度と一致している。

### 考 察

一般に動物の走光性反応は分差反応と位置反応に大別されている。分差反応は動物の体軸と刺戟の方向に一定の関係がないが、刺戟の強弱またはその変化に対して一定の運動を示す性質であり、位置反応は体軸と刺戟の方向に一定の関係をもつて運動する性質である。しかしこの両反応は動物をある場所から刺戟源へとおびき寄せたり、また隔離させたりする点において一致している。光刺戟に対して行動する動物はその道筋と定位の如何によつてはじめて両反応を判定し得るのであつて、本実験によつてはハダニの走光性について両反応の識別は出来ない。照度の違いによる走光性

の変化を調べる場合に、暗室の面積に制限があるため、電球を変える方法を探つたが、光源のワット数を落とすと共に波長が長波長の方に傾き、波長の違いによる走光性の差異も出てくる可能性を考慮に入れておかねばならない。ハダニが光線に誘致される場合に、その要因を照度とするか、輝度としてよいか問題になる。即ち光源を直接に認識するのか、または間接に周囲の明るさによつて行動するのか究明する必要がある。次に集合体形成過程を観察するに、光線に誘引されたハダニは当初、光源側の枝の切口或は先尖付近に於いて当ても無い運動 random movement を行つていくが一度何個体かが接触すると、そこにかたまつて定着する性質をもつものらしく、この際ハダニ間に働く個体干渉についても検討すべき問題と考へている。しかし暗黒下や散光下では集合を認めることが出来ない事実は集合形成は原則として一方向からの光線に対するハダニの走性が第一義的に作用していることを物語つており、個体干渉(走触性を含めて)や走地性が集合形成に果たす役割は著者の将来実施しようとする模型実験によつて究明したい。また本実験に於て観察を欠いた摂食後幼体、孵化直後の成体、摂食後の成体或は他種ハダニ類の各发育段階の個体を実験的に多数枝に移して集合現象の如何を検査することにより集合形成機構を解く新しい糸口を見出すかもしれない。

### 要 約

リンゴハダニ *Metatetranychus ulmi* (C.L. Koch) の光刺戟に対する行動を調べるため、“光のトンネル”装置内の分散密度によつて走光性を検査した結果、次の知見を得た。

1) 一定の照度内(34 lux ~ 262 lux)に於てはリンゴハダニの幼体及び成体ともに顕著な陽性走光性を示し、一般に 650 lux 以上になると走光反応は低下する傾向が認められる。

2) 照度 6 lux 以下に於ては走光性反応は一般に減衰し、走光性を誘致する最低照度は未摂食幼体  $3.7 \times 10^{-1}$  lux, 摂食後幼体 2.65 lux, 未摂食成体 1.10 lux, 摂食後成体 5.09 lux 付近であつた。ハダニの发育段階及び摂食の有無によつて走光性に差異があり、特に孵化直後の未摂食の幼体は低照度の光刺戟にも敏感に誘引されることが判明した。

3) 孵化直後の未摂食の幼体は野外に於て剪定した枝等に顕著な集合体を形成することを発見したが、この現象の機構の第一要因は一定の光条件、即ち一方向

からの照明が必要であることを確認した。

終りに臨み、日頃御懇篤な御指導を賜る犬飼教授に感謝し、果樹園の使用に御便宜を与えられた沢田教授に謝意を表す。

## 文 献

- 1) 彌富喜三：二化螟蛾に於ける趨光性の分離現象，応動，7 (1935)。
- 2) 楠木外岐雄等：螟虫に関する研究(第3報) 二化螟虫の生態特に趨光性及び趨化性に就いて，農事改良資料，140 (1939)。

## Résumé

This paper is dealt with the experiments on the behavior of the fruit tree red spider mite, *Metatetranychus ulmi* (KOCH), caused by the stimulus of light.

As the apparatus employed "the tunnel of light" was devised so as to give one-way

light from one terminal. The grade of phototaxis of the mites was observed according to the density in dispersion from the spot in which they were put.

The results obtained were as follows: first, the mites show positive phototaxis irrespective of developmental stage, second, the minimum luminosity causing the phototactic response, in the case of just hatched larvae, is  $3.7 \times 10^{-1}$  lux, and in the adult ones which were enough nourished is 5.09 lux. Generally the stage of development or the physical change accompanied by metabolism seems to generate the change of their susceptibility to light.

Previously the author has discovered the noteworthy aggregation of larvae which have just hatched from winter eggs upon the pruned branch in the orchard in nature. Now it has become clear that the above mechanism is caused first of all by the phototaxis of the mites.