コナダニ類の繁殖条件の研究

I. ケナガコナダニの繁殖と湿度及び水分含量の関係について¹⁾

Studies on the environmental factors for the breeding of grain mites. Part 1. The effects of humidity and moisture contents on the breeding of *Tyrophagus dimidiatus*

松 本 克 彦²⁾

Katsuhiko Matsumoto

まえがき

ケナガコナダニ *Tyrophagus dimidiatus* (Hermann, 1804) は無気門亜目 Sarcotiformes のコナダニ科 Acaridae (=Tyroglyphidae) に属するダニで、食品や薬品などに繁殖するコナダニ類のうち、わが国では最も普通の種類である。最近にも本種が七味とうがらしなどに繁殖することが一般の問題となつてゐるし、また人体の排泄物（尿、糞、喀痰など）に検出されて人体内ダニ症の病原と目された報告も多い。

コナダニ類の繁殖条件については、これまでにいくつかの報告があるが、なお未知の分野がはなはだ多い。しかも、食品、薬品などにおけるコナダニ類の発生を防ぐためには、まずその繁殖条件をあらゆる面から明らかにすることが必要である。コナダニ類が繁殖するためには、少くも温度、水分、栄養の3条件が好適でなければならないと考えられる。今回はまずケナガコナダニを材料とし、以上の3条件のうち、温度と栄養をほぼ至適条件に一定にして、環境湿度ないし食物中の水分含量と繁殖状況の関係を検討した。

実験方法

1. コナダニの検出法

ケナガコナダニの検出法としては従来専らワイルドマン法が使用されて来たが、今回は Sasa et al. (1961) の報告した飽和食塩水を用いる方法をひろく活用した。以下両法について簡単に述べる。

ワイルドマン法

1) 本研究は文部省科学研究費の補助を受けた。

2) 東京女子医科大学寄生虫学教室（主任 白坂竜曠助教授）

Department of Parasitology, Tokyo Women's Medical College

研究指導 東京大学伝染病研究所 佐々学教授

(1) 試料をワイルドマンフラスコにとり、水（必要により少量の塩酸を加える）をフラスコ全容量の $\frac{1}{3}$ 加え煮沸、あと冷却する。

(2) 少量のガソリンを加えよくかきまぜ、30分間放置する。

(3) 水をフラスコの首の所まで追加し完全に両液が層をなすまで放置する。

(4) ゴム栓を引き上げて頸部を閉じ、上層のガソリン部を吸引濾過する。

(5) 濾紙上の異物を検鏡する。

原理：ダニの外皮はガソリンによくなじむので、ガソリン滴に包まれて浮上する。

飽和食塩水法

(1) 小三角コルベン (30ml) 内に試料 (0.5g-1.0g) をとり、少量の中性洗剤溶液 (0.2%) を加えて、よくかきまぜる。

(2) 小三角コルベンの半量まで飽和食塩水を加えてよく振盪したうえで、さらに飽和食塩水をコルベンの口まで追加し、10分間放置する。

(3) 実体顕微鏡を用い液の表面に浮いたダニを直接検鏡する。

原理：ダニの体は食塩水が浸透しにくいので、比重により浮上、食品には食塩水がしみこむので沈澱する。

この食塩水法の長所はワイルドマン法に比べて操作が簡単で短時間で判定できる、ダニの生死が判定できる、卵や幼虫もよく検出し得る、ダニの回収率がよいという点である。なおワイルドマン法においては、試料を煮沸、塩酸加水分解、アルコール脱脂などの処理ができるので脂肪分の多い食品を処理する場合に有利である。

2. ケナガコナダニの培養方法

ケナガコナダニの培養方法は検体試料の量、環境湿度規制等の差により、次の諸方法をとつた。各試料は何れ

も約 300 匹のケナガコナダニを接種し、25°C の恒温室におかれた。

(1) 試料が少量で環境湿度を規制する場合

試料が 5 g 以下の場合、試料を小コップにとり、環境湿度を調整するために飽和塩類溶液を大コップに入れて図示 (図 1 a) のように小コップをその中に入れ上部をポリエチレンで密封し外部と遮断した。

図 1 ケナガコナダニ培養方法

(2) 試料が大量で環境湿度を規制する場合

試料が 5 g 以上の時は、図 (図 1 b, c) のようにデシケータ、またはネジ蓋付きのプラスチック容器を用いた。容器の下部に環境湿度調整のための飽和塩類溶液を入れ、上部に試料およびケナガコナダニを入れた。

(3) 環境湿度を規制しない場合

試料をポリエチレン袋にケナガコナダニと共に密封した。

実験結果

A. はじめの食物中の水分含量を一定にして環境湿度を変えた場合

1. 粉末飼料

試料を粉末飼料 2 g とし、環境湿度は 95% RH (水)、77% RH (NaNO_3)、70% RH (NaCl)、53% RH (CaCl_2)、46% RH (K_2CO_3)、38% RH (シリカゲル) に規制した。環境湿度の計測はミニマ鋭感湿度計によった。ダニの繁殖数はワイルドマン法により集計した。

実験開始後 7 日、20 日、48 日は這出しダニ数で繁殖状況を観察したが、48 日後は全試料 2 g 中の繁殖ダニ数を観察した (表 1)。

表 1 環境湿度とケナガコナダニ繁殖状況の関係 (粉末飼料の場合、温度 25°C、最初の水分含量 6.6%)

使用塩類 飽和溶液	湿度 %	這い出しダニ数			試料 2g 中の ダニ数 48 日
		7 日	20 日	48 日	
水	95	14	1,490	13,120	3,885
NaNO_3	77	26	34	13,440	2,515
NaCl	70	17	23	8,660	1,950
CaCl_2	53	27	30	35	7
K_2CO_3	46	5	11	7	3
シリカゲル	38	1	0	1	3

ワイルドマン法による

実験開始後 7 日では、環境湿度 38% RH (シリカゲル) の検体の這出し個体数は 1 で最低であったが、他の検体では顕著な差はなかった。20 日後では環境湿度 95% RH (水) の検体の這出しダニ数 1,490 で一番よく、湿度 77% RH (NaNO_3)、70% RH (NaCl)、53% RH (CaCl_2) の這出しダニ数は各々 34、23、30 と変化なく、湿度 46% RH (K_2CO_3) では這出しダニ数 11 となり、やや減少している。シリカゲルを入れた検体では這出し個体は 0 であった。

48 日後の這出しダニ数は環境湿度 95% RH、77% RH の検体がよく、各 13,120、13,440 で、湿度 70% RH のものでも 8,660 であった。湿度 53% RH では這出しダニ数 35 で 20 日後のものと変化なく、湿度 46% RH でも 7 で変化がなかった。48 日後の検体 2 g 中の繁殖ダニ数は環境湿度の低下に従い減少し、湿度 95% RH が最高で 3,885 であった。なお 48 日後での試料中のダニ数は這出しダニ数の傾向と一致した。

2. 七味とうがらし

検体試料として七味とうがらし 1 g を使用した。環境湿度は水および NaNO_3 、 NaCl 、 K_2CO_3 の各飽和溶液とシリカゲルを使つて各々 95% RH、77% RH、70% RH、46% RH、38% RH に調整した。

実験開始後 7 日および 20 日ではシリカゲルを加えたものを除いては、這出しダニ数 10—20 匹程度で変化なく、シリカゲル群では這出しダニ数 1 および 0 であった (表 2)。

48 日後では湿度 95% RH で這出しダニ数 2,360 で最高であり、次いで湿度 77% RH が良く、這出しダニ数 273 であった。這出しダニ数は以下順に 70% RH で 57、46% RH で 41、38% RH で 5 であった。48 日後の検体 1 g 中のダニ数は 95% RH で 3,538 で最高であり、以下湿度の低下するに従い減少した。48 日後の検体中繁殖ダニ数と 48 日後の這出しダニ数の傾向は一致した。

3. 米

表2 環境湿度とケナガコナダニ繁殖状況の関係
(七味とうがらしの場合, 温度 25°C,
最初の水分含量 6.6%)

使用塩類	湿度 %	這い出しダニ数			試料1g中 のダニ数 48日
		7日	20日	48日	
飽和溶液					
水	95	3	16	2,360	3,538
NaNO ₃	77	18	21	273	134
NaCl	70	11	22	57	74
K ₂ CO ₃	46	13	20	41	16
シリカゲル	38	1	0	5	13

ワイルドマン法による

試料として白米, 八分米, 五分米, 玄米の4種類の精白米 200g を使用した。環境湿度は 98% RH (水), 90% RH (KNO₃), 85% RH (KCl), 73% RH (NaCl), 56% RH (K₂CO₃) に各々規制した。繁殖状況は各精白米 1g に繁殖したダニ数を食塩水法で観察した。実験開始前の試料の水分含量は白米 15.8%, 八分米 15.8%, 五分米 15.0%, 玄米 15.0% であった。結果は表 3 に表

わした。

実験開始後 14 日では各精白米を通じて環境湿度 73% RH, 56% RH が繁殖状況良好であり, 玄米は一般に繁殖不良であった。14 日後の各精白米の水分含量において著明なる変化は見られなかった。29 日後では白米, 八分米, 五分米で環境湿度 85% RH および 73% RH が繁殖良好で, 玄米ではさらに高湿度の 98%—85% RH が良かった。42 日後白米, 八分米, 五分米で環境湿度 85—75% RH のものが繁殖良好で, 特に八分米の環境湿度 85% RH ではコナダニ繁殖 605 で最高であった。玄米では高湿度のものの方が繁殖率が良い傾向にあった。環境湿度 56% RH 中の各精白米の繁殖状態は非常に悪かった。米の水分含量は高湿度においた白米に少差がみられる程度で著明な変化はなかった。70 日後では繁殖数は非常に多くなり, 特に五分米は最高で環境湿度 90% RH でダニ数 1,194, 85% RH で 1,158, 73% RH で 860 であった。環境湿度 56% RH ではさらに悪くなり繁殖数 0 のものもでてきた(五分米—環境湿度 56% RH)。玄米では高湿度のものが繁殖良好で, 環境湿度 98% RH

表3 環境湿度とケナガコナダニ繁殖状況の関係
(米の場合, 温度 25°C, 各ダニ数は米 1g につき)

米 精 白 度	使用塩類 飽和溶液	湿 度 %	14 日		29 日	42 日		70 日	
			ダニ数	米 水分%	ダニ数	ダニ数	米 水分%	ダニ数	米 水分%
白 米 (水分含量 15.8%)	水	98	7	14.0	22	48	16.5	398	17.2
	KNO ₃	90	17	14.3	5	16	16.0	258	14.8
	KCl	85	8	14.8	105	127	14.1	744	14.0
	NaCl	73	10	15.0	68	200	14.4	124	15.0
	K ₂ CO ₃	56	25	13.6	91	2	14.1	4	15.0
八分米 (水分含量 15.8%)	水	98	10	14.1	72	61	15.5	356	16.0
	KNO ₃	90	3	14.7	26	7	14.0	390	14.4
	KCl	85	8	14.7	215	605	14.1	331	14.0
	NaCl	73	42	15.6	90	433	14.6	104	14.4
	K ₂ CO ₃	56	28	13.4	11	1	13.4	1	12.8
五分米 (水分含量 15.0%)	水	98	15	14.4	84	17	24.2	0	16.0
	KNO ₃	90	8	14.0	12	45	15.3	1,194	17.0
	KCl	85	17	14.4	31	108	13.8	1,158	14.4
	NaCl	73	20	15.3	120	371	15.0	860	12.4
	K ₂ CO ₃	56	31	14.8	33	4	14.1	0	12.4
玄 米 (水分含量 15.0%)	水	98	2	15.4	171	23	14.0	102	16.0
	KNO ₃	90	9	13.8	48	10	13.9	9	13.2
	KCl	85	6	14.2	71	25	14.6	23	14.8
	NaCl	73	8	15.0	126	17	14.5	11	14.4
	K ₂ CO ₃	56	7	14.2	16	1	13.4	9	12.6

食塩水浮游法による

表4 環境湿度とケナガコナダニ繁殖の関係
(けずりぶしの場合, 温度 25°C, 最初の水分含量 12.3%) 各ダニ数は“けずりぶし” 1g につき

使用塩類	湿度 %	14 日		28 日		42 日	56 日	
		ダニ数	水分含量	ダニ数	水分含量	ダニ数	ダニ数	水分含量
飽和溶液								
水	98	37	33.6%	30	48.4%	24	0	44.0%
KNO ₃	96	22	28.6	1,350	29.4	112	4	29.2
KCl	85	6	16.0	1,271	21.0	1,178	31	20.4
NaCl	73	8	14.0	120	12.6	86	38	16.0
K ₂ CO ₃	56	2	9.4	10	7.2	24	6	9.2

食塩水浮游法による

でダニ数 102 であった。他の米の高湿度のものもよく繁殖した。水分含量は高湿度においたものが 70 日以後あたりから影響を見せ始めた。以上の結果から見るとケナガコナダニにとっては環境湿度 85—75% RH におかれた八分米, 五分米が至適条件であると思われる。環境湿度 56% RH ではケナガコナダニは余り繁殖できなかつた。

4. けずりぶし

前項では試料の水分含量が外部の環境湿度によつて影響され難い物質について検討したが, 本項においては水分含量が環境湿度にもつとも影響され易いけずりぶしについて検討した。試料はけずりぶしを 25g 使用し, 環境湿度は 98% RH (水), 96% RH (KNO₃), 85% RH (KCl), 73% RH (NaCl), 56% RH (K₂CO₃), の 5 種類であった。実験開始時のけずりぶしの水分含量は 12.3% であった。

表 4 はけずりぶしの環境湿度別のケナガコナダニの繁殖状況である。

実験開始後 14 日での最高繁殖数は環境湿度 98% RH のけずりぶしで 1g 中 37 匹であった。けずりぶしの水分含量は環境湿度 98% RH で 33.6%, 96% RH で 28.6%, 85% RH で 16.0%, 73% RH で 14.0%, 56% RH で 9.4% であった。環境湿度 56% RH のけずりぶしは実験開始時のものより乾燥しているが他のものは湿めつているかまたは同じ状態であった。

実験開始 28 日後での最高繁殖数は環境湿度 96% RH のけずりぶしに移り, ダニ数は 1,350 であった。また環境湿度 85% RH でもダニ数 1,271 であった。このさいのけずりぶしの水分含量は環境湿度 96% RH で 29.4%, 85% RH で 21.0% となった。

42 日後ではコナダニの最高繁殖数はさらに環境湿度 85% RH のけずりぶしに移り 1,178 匹であった。

56 日後ではコナダニ繁殖数は急激に減少し, 環境湿度 73% RH のけずりぶしの繁殖数 38 で最高であった。なお, 環境湿度 85% RH のけずりぶしの繁殖数は 31 であった。

環境湿度 85% RH および 73% RH のけずりぶしの水分含量は各々 20.4%, 16.0% と大体平衡状態となつた。

図2 環境湿度とケナガコナダニ繁殖状況の関係
(けずりぶしの場合, 25°C)

図2は以上の結果をまとめたものである。最高繁殖数の山が日数を経るに従い環境湿度の低い方向に移動した。環境湿度 98% RH では日数の経過に従い繁殖数は減少するが, 環境湿度 96% RH のけずりぶしでは 28 日後が最高で 42 日後には減少し始める。環境湿度 85% RH では 42 日後ではまだ 28 日後の繁殖数と同程度であるが, 56 日後では減少する。環境湿度 73% RH のけずりぶしも前と同じ傾向にあるが, 繁殖数は少ない。乾燥状態にあるものでは水分含量が徐々に上昇して行くにつれ

てダニの繁殖数も徐々に増加して行く。これら各時期の最高繁殖数を示すけずりぶしの水分含量は20—30%であり特に20%が良かった。

B. 環境湿度を一定にして水分含量をかえた場合

試料の水分含量を一定にしておいて各試料を環境湿度の異なる場所においた場合のケナガコナダニの繁殖状況については前記の通りであるが、そのさい環境湿度によつて試料の水分含量が影響を受けて、さらにその水分含量がコナダニの繁殖状況に密接な関係を有するごとくに見えた。さらにその関連性を確かめるべく、環境湿度を一定または密封して、試料の水分含量がどのようにケナガコナダニの繁殖状況に影響を与えるかを検討した。

1. 粉末飼料

粉末飼料5gを検体とし、それに一定量の水を加え、よくかきまぜて水分含量を調整した。結果は表5に示した。

実験開始後1カ月の這出しダニ数の観察は飼料に水0.5mlを添加し、水分含量17.7%に調整した検体が最高で、水添加量0のものがそれに次いだ。検体1g中の繁殖ダニ数の最高は這出しダニ数最高の飼料と同じ水分含量17.7%のもので、6,820匹であつた。それに次いでダニ数の多かったものは、水分含量22.2%の飼料で3,900匹であつた。他の飼料のダニ数は大体低かつた。

表5 試料水分含量とケナガコナダニ繁殖の関係
(粉末飼料(5g)の場合、温度25°C)

試料5g 中水添加量	水分含量 %	1カ月		2カ月	
		這出し ダニ数	検体1g 中ダニ数	這出し ダニ数	検体1g 中ダニ数
0 ml	6.6	67	7	151	4,320
0.5	17.7	273	6,820	628	10,392
1.0	22.2	3	3,900	179	1,824
2.0	33.3	2	23	225	250
3.0	41.6	3	21	125	27
4.0	48.1	5	31	11	191 (全部死)

ワイルドマン法による

実験開始後2カ月の繁殖ダニ数最高はやはり這出し個体数、検体1g中ダニ数とも水分含量17.7%のもので各々628、10,392であつた。水分含量6.6%の飼料で1g中のダニ数は4,320、水分含量22.2%のもので1,824であつた。水分含量48.1%の飼料は2カ月後で検体にはカビが生じコナダニは全部死亡していた。

2. 乾燥酵母剤

各一定量の水を加え水分含量を変えた乾燥酵母剤1gを検体として使用した。対照として水無添加のものとシリカゲルを加えたものの2種類を使用した。結果は表6

に示した。数値はエビオス1g中に1カ月後に繁殖せるダニ数である。食塩水浮游法によりダニ数およびその生死を判定した。

表6 試料水分含量とケナガコナダニ繁殖状況の関係
(乾燥酵母剤(1g)の場合、1カ月後の試料
1g中のダニ数、温度25°C)

試料1g 中水添加量	水分 含量 %	A			B		
		ダニ 総数	死骸 数	死亡率 %	ダニ 総数	死骸 数	死亡率 %
シリカ ゲル	4.4	98	66	67.3	108	68	64.1
0 ml	4.4	144	52	36.1	178	48	27.0
0.5	7.2	172	52	30.1	198	42	21.2
1.0	8.3	204	36	17.6	186	32	17.3
1.5	12.2	242	34	14.0	230	32	13.9
2.0	14.0	2,748	214	7.8	1,540	118	7.7
3.0	16.6	15,830	770	4.6	6,550	108	1.7
6.0	27.2	366	138	37.7	76	24	31.6

食塩水浮游法による

A, B 2回の実験をおこなつたが両者ともダニ繁殖数の最高は水分含量16.6%の乾燥酵母剤で、実験Aのダニ数15,830、実験Bでは6,550で何れも死亡率は最低であつた。水分含量27.2%の試料ではダニ数は、A, B 共各々366、76で減少し、逆に死亡率は30%以上に増加した。コナダニの繁殖数は死亡率と密接な関係があり逆比例の傾向にある。なお、シリカゲルを加えたものは繁殖が悪く、ダニ総数は、A, B 各々98、108と最低で死亡率は67.3%、64.1%と何れも最高であつた。

C. 初めの食品中の水分含量および環境湿度を変えた場合

1. 乾燥酵母剤

試料は乾燥酵母剤2gに一定量の水を加え、各4.3% 8.0%, 9.8%, 14.2%, 18.8%, 25.2%, 31.5%の水分含量に調整した。各水分を含んだ酵母剤を各々環境湿度100% RH(水), 77% RH (NaNO₃), 75% RH (NaCl), 43% RH (K₂CO₃)におき、ケナガコナダニの繁殖状況を観察した。結果は表7に示した。数値は食塩水法で観察した酵母剤500mg中に繁殖したダニ数を示す。

実験第2週では比較的水分含量の低い酵母剤中の繁殖ダニ数は環境湿度100% RHの高湿度が良く、特に水分含量4.3%の酵母剤は湿度100% RHでダニ数1,995であつたが他の湿度では0であつた。水分含量14.2%になると、やはり湿度100% RHのものがダニ数9,695と最高になつたが、他の低い湿度77% RH および75% RH でもダニ数は各々、485、500と増して来ている。水分含量が高く18.8%以上の酵母剤になると湿度77%—75% RHがよく、とくに水分含量31.5%、湿度77%

RH の酵母剤でダニ数が 3,865, 湿度 75% RH になると 5,265 となった。高水分含量, 高湿度条件の酵母剤ではダニ繁殖は不良であった。

表 7 試料水分含量及び環境湿度とケナガコナダニ繁殖状況の関係
(乾燥酵母剤の場合, 温度 25°C, 数値は 500mg 中のダニ数)

水分含量 %	観察日数週	環 境 湿 度			
		100% (水)	77% (NaNO ₃)	75% (NaCl)	43% (K ₂ CO ₃)
4.3	2	1,995	0	0	0
	4	5	28	1,601	0
	6	5	360	12,400	0
	10	0	2,270	89,400	0
8.0	2	1,065	15	0	0
	4	3	0	128	5
	6	0	705	4,885	0
	10	0	4,000	75,000	0
9.8	2	4,410	20	60	0
	4	0	5	4,140	5
	6	0	545	7,725	5
	10	0	6,900	52,000	0
14.2	2	9,695	485	500	0
	4	0	420	1,054	15
	6	0	8,175	5,000	0
	10	0	33,100	77,600	0
18.8	2	7,500	625	1,605	65
	4	0	890	11,728	8
	6	0	3,585	35,450	0
	10	0	28,000	58,400	0
25.2	2	5	620	6,930	10
	4	3	2,483	9,363	5
	6	0	18,000	27,925	0
	10	0	64,600	64,600	0
31.5	2	0	3,865	5,265	50
	4	0	3,018	4,880	0
	6	0	20,675	2,555	0
	10	0	85,400	60,000	0

食塩水浮游法による

第 4 週になると湿度 100% RH においた酵母剤は何れもダニ数が減少または死滅した。湿度 77% RH, 75% RH の酵母剤が何れもダニの繁殖状況良好となった。しかし, 水分含量 4.3%, 8.0% の酵母剤の繁殖状況は余り良くないが, 水分含量 18.8% では非常に良くなつて来た。

第 6 週になると, さらにその傾向は強まり, 水分含量 18.8%, 環境湿度 75% RH の酵母剤の繁殖ダニ数が 35,450 匹で最高となった。一方, 水分含量 4.3% の酵母剤でも湿度 75% RH でダニ数が 12,400 で良く繁殖して来ている。他方水分含量の高い 25.2%, 31.5% の酵母剤でも湿度 77-75% RH で繁殖がよくなつてきた。

第 10 週では水分含量の多少に拘わらず, 湿度 77% RH, 75% RH で繁殖状況は一般的によくなつて来ている。水分含量 4.3%, 湿度 75% RH の酵母剤の繁殖ダニ

表 8 試料水分含量及び環境湿度とケナガコナダニ繁殖状況の関係
(コナミルクの場合, 温度 25°C, 数値は 500mg 中のダニ数)

水分含量 %	観察日数週	環 境 湿 度			
		100% (水)	77% (NaNO ₃)	75% (NaCl)	43% (K ₂ CO ₃)
4.1	2	501	0	0	0
	4	60	398	127	0
	6	768	6,825	14,800	0
	10	55	16,800	16,800	0
6.1	2	4	0	0	0
	4	0	79	84	0
	6	146	14,500	28,350	0
	10	132	12,600	18,400	0
8.8	2	2	1	5	0
	4	0	82	22	0
	6	0	20,900	25,500	0
	10	0	2,800	11,600	0
11.0	2	20	51	68	1
	4	5	450	9,519	0
	6	355	15,100	36,250	0
	10	660	31,200	54,200	0
14.5	2	215	498	653	0
	4	55	10,731	23,615	0
	6	10	35,100	96,000	0
	10	0	30,600	79,200	0
16.5	2	26	76	119	0
	4	345	4,181	5,874	0
	6	30	100,000	89,600	0
	10	0	304	18,400	0
32.2	2	12	34	69	1
	4	62	7,999	3,556	0
	6	693	102,400	50,600	0
	10	70	18,200	49,400	0

食塩水浮游法による

数は 89,400, 水分含量 31.5%, 湿度 77% RH の酵母剤でもダニ数 85,400 となり, ダニの繁殖数が水分含量でなく環境湿度に影響されるようになった。

低湿度状態 (43% RH) におかれた酵母剤はダニ繁殖数が非常に少く, 水分を沢山含んでいる酵母剤で早い期にややダニが繁殖する程度であった。

2. コナミルク

前出の酵母剤の代りにコナミルクを用い, 同様の実験を行った。結果は表 8 に示した。数値はコナミルク 500 mg 中のダニ数を食塩水浮遊法により観察したものである。

実験第 2 週では低水分含量 (4.1%), 高湿度 (100% RH) のコナミルクでダニの繁殖良好で, ダニ数 501 であった。他では水分含量 14.5%, 湿度 75% のコナミルクの繁殖数が良く 653 であった。

第 4 週では高湿度においたコナミルクの繁殖状況は不良であったが, 環境湿度 77% RH, 75% RH のコナミルクで水分含量の高いものがコナダニの繁殖良好となった。とくに, 水分含量 14.5%, 湿度 75% RH のコナミルクでコナダニ数 23,615 となった。

第 6 週では水分含量の多少に関係なく環境湿度 77% RH, 75% RH のコナミルクの繁殖状態が良くなり, とくに水分含量 14.5% で湿度 75% RH, 水分含量 16.5% で湿度 77% および 75% RH または水分含量 32.2% で湿度 77% RH のコナミルクがそれぞれ繁殖状況良好であった。

第 10 週ではコナダニ繁殖数は第 6 週の繁殖数より減少したがその傾向は同じで, 湿度 77% RH および 75% RH のコナミルクが水分含量にかかわらず一般に良好であった。

低湿度 (43% RH) においたコナミルクは水分含量に関係なくいずれも繁殖しなかった。

3. スキムミルク

乾燥酵母剤, コナミルクと同様にスキムミルク 2 g を試料として実験を行った。結果は表 9 に示した。数値は食塩水浮遊法によるスキムミルク 500mg 中に繁殖したダニ数である。

スキムミルクのコナダニ繁殖状況は酵母剤, コナミルクに比べて非常に悪かった。水分含量の少ないスキムミルクの繁殖数はどの湿度でもまた何れの時期をとつても悪く, 水分含量 13.6% の試料あたりから繁殖数が良くなった。第 2 週では水分含量 13.6%, 湿度 100% RH のスキムミルクが繁殖良好で, また水分含量 32.0% で湿度 75% RH の試料の繁殖数もよかつた。

第 4 週以後では湿度 100% RH におかれた試料のコナダニは減少または死滅した。水分含量の低い試料は何れ

表 9 試料水分含量及び環境湿度とケナガコナダニ繁殖状況の関係
(スキムミルクの場合, 温度 25°C,
数値は 500mg 中のダニ数)

水分含量 %	観察日数 週	環 境 湿 度			
		100% (水)	77% (NaNO ₃)	75% (NaCl)	43% (K ₂ CO ₃)
5.4	2	1	10	5	0
	4	0	0	1	0
	6	3	0	0	0
	10	0	0	0	0
7.4	2	2	4	10	0
	4	1	0	2	0
	6	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
10.5	2	4	18	11	0
	4	0	2	6	0
	6	1	13	5	0
	10	5	70	125	0
13.6	2	827	31	5	1
	4	33	3	4	3
	6	0	149	2	0
	10	0	1,125	90	0
18.2	2	47	24	85	2
	4	18	0	21	1
	6	0	0	22	0
	10	0	95	1,260	0
21.2	2	205	71	55	0
	4	0	0	25	1
	6	0	18	25	0
	10	0	215	825	15
32.0	2	31	578	908	0
	4	4	82	600	0
	6	0	0	840	0
	10	0	5	5,750	100

食塩水浮遊法による

の湿度においたものでも繁殖しないが, 10.5%以上の水分を含んだ試料では湿度 77% RH, 75% RH のものがよく繁殖し, とくに水分含量 32%, 湿度 75% RH の試料の繁殖ダニ数は第 10 週で 5,750 となった。

考 察

コナダニ類は分類学的には Michael, Oudemanns, Vitzthum らにより整理され, さらに Zakhvatkin により再検討されて系統発生的に分類体系がまとめあげら

れた。

これらコナダニ類は早くから貯蔵食品の害虫として注目され多くの研究が行われている。とくにその被害、生態、駆除などについて Solomon (1943, 1944) が綜説をかいて、この方面の研究の一助とされている。かくのごとく、欧米におけるコナダニ類の研究は専ら貯蔵食品の害虫として農学的立場から重要視されて来ているものであるが、わが国における研究はむしろ医学的見地からの報告が山積されている。Miyake et Scriba (1893) は世界最初に人尿中にダニを発見し、これが泌尿系症状を起す病原と考えて以来、糞便、尿、喀痰などにコナダニ類と推定されるダニを報告する文献が 100 以上も医学者によつて表わされている。

しかし、病因となるダニそのものの研究は古くは岸田、杉本の報告が散見されるに過ぎなかつた。最近に至り貯蔵食品害虫の記載として、コナダニ類の倉庫発生例についての飯田 (1953) の報告がある。また輸入砂糖にダニが見出されたことなどからコナダニ類の関心も高まり、浅沼 (1948~1950) が貯蔵食品害虫としてのダニ類の概括的な紹介を行つた。

このように貯蔵食品の害虫として、またこれらが人体内部ダニ症を惹起する原因と考えられることから、コナダニ類の有害性は衛生学的見地からも見逃し得ない所である。

関谷 (1948) はネダニの生活史に関する実験的研究を行い、38°C, 100% RH でネダニが最も早く發育して卵から成虫になるまでに 9 日を要したことを見ている。浅沼 (1950) はケナガコナダニを 90% RH で飼育し、温度と發育の關係について報告している。加藤・本間 (1954) は味噌樽内におけるサトウダニの集団構造の發育過程について報告している。

さて、これらコナダニ類の發育には適温が必要であることは、経験的にもコナダニの発生が冬少く、夏に多いことから明らかである。Zakhvatkin (1941) の実験においても、アシプトコナダニは 90% RH で 22°C が最も繁殖率が高いことを見ている。また *Tyrophagus norius* では 90% RH で 25°C が最高繁殖率を示すことを見ている。佐々・三浦 (1953, 佐々 1954 より) の米、チョコレートと餌としたケナガコナダニ実験では這出し個体数を見ているが、24°C で 100% RH が最も繁殖率が高く、関谷 (1948) のネダニの実験では 27°C, 100% RH が最適であつた。飯室 (1956) のケナガコナダニに関する実験ではチョコレート、チーズ、米などを餌としているが、チョコレートでは 25°C で 75% RH, チーズでは 25°C で 84% RH, 米では 25°C で 100% RH が最適繁殖条件であることを見ている。

本実験では以上の報告を参考にして一応温度条件を 25°C に一定して実験を進めたものである。表 10 の最適繁殖条件は本実験におけるケナガコナダニの水分条件に対する結果をまとめたものである。

表10 各種試料におけるケナガコナダニの最適繁殖条件

試料	温度	最初の水分含量	至適水分含量	至適環境湿度
粉末飼料	25°C	6.6%	— %	95 %
〃	〃	6.6	17.7	—
七味とうがらし	〃	8.0	—	95
米	〃	15.0	14.1	85-75
けずりぶし	〃	12.3	21.0	85
乾燥酵母剤	〃	4.4	16.6	—

温度を一定 (25°C) にしているが、環境湿度の至適条件を見ると材料によりやや異なつて見える。すなわち粉末飼料 および七味とうがらしでは環境湿度 95% RH が至適条件であるが、米とかけずりぶしになると環境湿度の要求は 85~75% RH と低くなつてゐる。しかし水分含量の方から見ると、実験開始時の水分含量は各試料により異つてゐるが、実験開始後の至適水分含量は大体 15-20 % の間に安定している。このことから環境湿度の要求差は材料の性質および状態によるものと推察される。すなわち環境湿度 95% RH を要する試料は粉末状であり、また最初の水分含量が比較的低い状態 (ケナガコナダニの繁殖条件に比して) にある。故にこの低い水分含量を至適繁殖条件の要求する適当な量まで速やかに引き上げるために高い環境湿度を要求するものと考えられる。

けずりぶしの場合は試料の水分量が非常に外界の湿度に影響され易いために比較的低い環境湿度でもよいと思われる。実験開始時の早い時期では環境湿度 100% RH におかれたけずりぶしの方が繁殖数は良いが、日時を経過するに従い、環境湿度 100% RH のものの繁殖状況は不良となり、試料の水分含量も 30% 以上となる。さらに日時を経ると繁殖数の最高は環境湿度 90% RH のけずりぶしに移るが、水分含量が 30% 以上になるとコナダニ数は減少する。繁殖最高値はさらに環境湿度の低い 85% RH の所に移り、以後は水分含量も一定して来るので相対的なダニ数は減少するが、その時期の最高繁殖はほぼ環境湿度 85-75% RH のけずりぶしに定まる。すなわち環境湿度を横軸としたコナダニの最高繁殖数の移動は試料の至適水分含量の推移に一致している。

米の場合は比較的水分含量が外界の湿度に影響されにくく一定しているし、また水分含量自身も 15.0% と他の試料の場合のコナダニ繁殖の至適水分含量と一致している。環境湿度 85-75% RH に至適条件が落着いて

いるものと思われる。以上のことから水分条件のうちでケナガコナダニの繁殖に対して一番制限要因になり得ると思われるものは試料の水分含量であつて、この水分含量を維持するかまたはそれを必要とするのであり、またその必要に応じて各物質によつて環境湿度要求に違いを生じて来るものと考えられる。

以上のようにケナガコナダニの繁殖条件のうちの水分条件には環境湿度だけでなく、その試料の水分含量が重要な関連性を帯びて来るものである。

そこで実験Cにおいて環境湿度と水分含量を同時に変えた実験を行い、さらに両者の関連性について確かめたものである。乾燥酵母剤、コナミルクの実験では両者共実験開始後の早い時期では試料の水分含量が低く高湿度のものがよい繁殖率を示しているのは実験Aの粉末飼料とか七味とうがらしの結果と一致している。また水分含量 18.8%、環境湿度 75% RH の試料のコナダニ繁殖率が高いことはここに至適条件があることを物語っている。これがさらに日を経るに従い水分含量に関係なく環境湿度 77-75% RH がコナダニの繁殖に大いに影響を与えて来るようになる。恐らく、これはケナガコナダニの繁殖が最初試料の水分含量に影響されているが、経時的に試料の水分含量が環境湿度に影響されて水分の出入によつて平衡状態に達するためと思われる。

以上の結果からいえることはケナガコナダニの繁殖に最適な水分条件は試料の水分含量が 15-20% で、環境湿度は 75% RH 近辺である。そして食品の状態によりコナダニの繁殖に最適な環境湿度が定まり、さらにその食品の水分含量によつても或程度環境湿度の変化を要求し水分含量が至適条件になるとコナダニ本来の至適環境湿度を要求するようになるものと思われる。

Kozulina (1940) はケナガコナダニ、アシプトコナダニの卵はそれぞれ 50% RH, 60% RH 以下では孵化せず最高の孵化率は各々 70% RH, 100% RH であることを報告している。Newstead (1918) らはコナダニの繁殖した穀物の水分含量が 14-18% で 12.4% 以下では繁殖しないことを見ているが、本実験の最適繁殖条件の水分含量が 15-20% であることとよく一致している。しかしネダニ、ゴミコナダニ類が見出される環境はさらに水分含量が高い状態にあり、温度、湿度ないし水分に対する適性は種類により異つてゐるものと思われる。

なお、試料を米とした場合、4 種類の精白米を使用した。八分米および五分米のコナダニ繁殖成績が良好で白米および玄米の成績は不良であつた。米の食害状況を見ると胚芽の部分の喰い荒しているのが見えた。このことから白米の場合には栄養的な面から糠および胚芽が取られているのでコナダニの繁殖が悪く、玄米の場合は糠

および胚芽はあるが硬くて喰べにくいというような機械的な理由が考えられる。

ま と め

ケナガコナダニの繁殖条件のうち、温度と栄養をほぼ至適条件として、環境湿度ないし食物中の水分含量と繁殖状況の関係について検討した。

1. 粉末飼料 (水分含量 6.6%)、七味とうがらし (水分含量 8.8%) のような粉末状の試料で、水分含量を一定にし、環境湿度を変えて、ケナガコナダニの繁殖状況について調べた。実験開始後 48 日または 53 日では環境湿度 95% RH においた試料のコナダニ繁殖状況が最良であつた。

同じように粉末状態の試料 (粉末飼料および乾燥酵母剤) で環境湿度を一定にして試料の水分含量を変えてコナダニの繁殖状況を観察した。コナダニ繁殖の至適水分含量は各々 17.7%、16.6% であつた。

2. 環境湿度に影響され易いけずりぶしの場合、コナダニの繁殖の至適環境湿度は高湿度から経時的に移動して、85-75% RH に定まつた。このさいのけずりぶしの水分含量は何れも 20~30% 以内であつた。

8. 米の場合に水分含量が外部の湿度に影響されにくく、15.0% 付近にあるので、コナダニ繁殖の至適環境湿度は 85-75% に落着いた。八分搗き米、五分搗き米のコナダニ繁殖状況は良好であつたが、白米および玄米では不良であつた。

4. 乾燥酵母剤、コナミルク、スキムミルクの最初の水分含量を変えて、各々を環境湿度別におき、そのケナガコナダニの繁殖状況を観察した。実験初期には水分含量が低くて環境湿度の高い試料と、水分含量 18.8%、環境湿度 75% RH の試料のコナダニ繁殖状況が良好であつた。時間の経過と共に最初の水分含量に関係なく、環境湿度 75% RH の試料のコナダニ繁殖が盛んになつた。

以上の結果を総合すると、水分含量の少い粉末状の試料では最初コナダニ繁殖に高湿度を要求するが、次第に試料の水分含量は環境湿度に影響されて、水分含量が高くなると、至適環境湿度は 85-75% RH となり、このさいの至適水分含量は 15-20% であることが分つた。すなわち、ケナガコナダニの各食品における繁殖には食品自身の水分含量と環境湿度の両者が著しく影響することが判明した。

本論文の一部要旨は 1961 年 4 月久留米における第 13 回日本衛生動物学会で発表した。

本研究を指導された東大伝染病研究所、佐々学教授、

実験に協力を得た三浦昭子、武田植人氏らに深謝する。

引用文献

- 1) 浅沼 靖(1948) : サトウダニは日本にいたか. 新昆虫, 1(8) : 28. —2) 浅沼 靖(1948) : 砂糖ダニ. Sanitation, 1(819) : 148-150. —3) 浅沼 靖(1949) : 食品につくダニ. 食品衛生, 1(2) : 42-44. —4) 浅沼 靖(1950) : 農産貯蔵食品とコナダニ類(1). 農薬と病虫, 4(8) : 249-253. —5) 浅沼 靖(1950) : 農産貯蔵食品とコナダニ類(2). 農薬と病虫, 4(11) : 374-375. —6) 飯田鈴吉 (1953) : 食料倉庫に於けるコナダニ類の大発生例について. 公衆衛生, (13/5) : 47-49. —7) 飯室 勇(1956) : コナダニ類の研究, 1. ケナガコナダニ *Tyrophagus dimidiatus* の生態に関する研究. 衛生動物, 7(1) : 27-37. —8) 加藤・本間(1954) : サトウダニの集団構造の発達過程について. 日本生態学雑誌, 4(2) : 88-93. —9) Kozulina, O. V. (1940) : The effect of humidity and temperature on the development of the eggs of grain mites. Uchen. Zap. mosk. gosnd. Uni., No. 42, Zool., 179-184. —10) Miyake et Scriba (1893) : Vorläufige Mitteilung über einen neuen menschlichen Parasiten. Berl. Kl. W. Nr. 16 : 374. —11) Miyake et Scriba (1893) : *Nephrophagus sanguinari*, ein neuer menschlicher Parasit in Urogenitalappart. Mitt. a. d. med. Fak. d. k. Japan Univ. (Tokyo) III. I. —12) Newstead, R. and Duvall, H. M. (1918) : Bionomic, morphological and economic report on the acarids of stored grain and flour. Roy. Soc. Rep. No. 2 of grain pests (War Cttee.), 48pp. —13) 佐々 学 (1954) 食品害虫及び衛生害虫としてのコナダニ類. 医家叢書 168, 医学書院, 東京. —14) 関谷英夫 (1948) ラッキョウのネダニに就いて. 応用昆虫, 4(4) : 175-184. —15) Solomon, M. E. (1943) : Tyroglyphid mites in stored products 1. A survey of published information. Supplement 1944. Dept. of Scientific and Industrial Research. London. 7pp. —16) Zakh-ratkin, A. A. (1941) : Acariens Tyroglyphoides, I' U. S. S. R. 6(1) : (Arachnoidea) in Faune de I' U. S. S. R. 475pp.

Summary

Experiments were made to observe the effects of environmental humidity and of the moisture contents of various stored food products on the breeding of the grain mite, *Tyrophagus dimidiatus*. The humidity was regulated by keeping the materials in glass vials containing saturated solutions

of various salts, such as K_2CO_3 (46% R.H.), $CaCl_2$ (53% R.H.), $NaCl$ (70% R.H.), $NaNO_3$ (77% R.H.) and of water (95% R.H.). All experiments were made at 25°C.

Using powdered materials as the food for the mites and relatively low moisture contents, such as laboratory animal food (6.6% water content), shi-chimipepper (8.8%) or dried yeast (4.4%), breeding of the mites shows the best condition at the highest humidity of 95% R.H. With the dried and sliced fishmeal (kezuribushi), which water content rapidly balances with the relative humidity of the environment, the best breeding of the mites were seen at 85 to 75% R.H. In the case of rice which contained 15.0% of water, less effects of the relative humidity were seen both on the growth of the mites and on changes of water contents.

Water contents of the materials to be tested were also found to affect the breeding of the mites. Both in powdered laboratory animal food in dried yeast, the optimum water content for the growth of the mites was seen at 17.7% and 16.6% respectively, and their breeding seemed to be interfered as it became either lower or higher from the level.

By using dried yeast, powder milk and skim milk as the material, experiments were designed to observe the speed of breedings of the mites in the food containing different grades of water contents and kept at different relative humidities. In the initial few weeks, the best breeding was seen in lots with low moisture contents and kept at high relative humidities as well as in those with 18.0% water content and kept at 75% R.H. In the later stages after several weeks, the highest mite counts were seen in those kept at 75% R.H. indifferent from the initial water contents of the foods.

Although their relative effects seem to differ greatly by the nature of the food to be tested, through these experiments, it has been demonstrated that both relative humidity of the environment and the moisture content of the materials are the essential factors for the breeding of the mites. For the purpose of preventing the stored food products and some drugs from breeding of the mites, either dessication of the materials or the storage at low humidity was found to be the effective measure.