

蚕児に対するアンモニアガスの影響

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
著者名	鈴木,親坻 唐沢,哲二
発行元	農林省蠶絲試験場
巻/号	17号
掲載ページ	p. 15-33
発行年月	1956年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



蚕児に対するアンモニアガスの影響

鈴木親坻・唐沢哲二

I 緒 言

アンモニアガスと蚕児との関係についての文献は大村・酒田('47)が破風抜繭の生因に関して第5齡末期をアンモニアガスにあてた試験がある。蚕糞からはアンモニアガスが発生するから、その濃度が増すと蚕児に不良の影響をおよぼすことが考えられるので、アンモニアガス中における飼育、アンモニアガス中に貯えた桑葉給与、蚕児に対するアンモニアガスの致死濃度、アンモニアガス中における蚕児の行動乃至反応、また桑葉はアンモニアガス中において変化するがその際の変色限界濃度等について実験並びに観察を試みた。成績の一部についてはすでに発表された('53)

本報告は横山忠雄博士、松村季美博士および清水滋博士の御校閲を受けた。ここに感謝の意を表する。

II 飼 育 試 験

飼育試験は種々の濃度のアンモニアガスの下で直接飼育する場合と、種々の濃度のアンモニアガスに接触した桑葉を蚕児に給与する場合とについて行われた。試験実施期は'50年夏蚕期、'51年夏蚕期、同年晩秋蚕期及び'52年晩秋蚕期であった。

A アンモニアガス中における飼育試験

1. 供試蚕品種・供試期間及び飼育温度

供試蚕品種、アンモニアガス接触期間、ガス濃度を異にする試験区数およびガス接触期間中の室温は第1表の如くであった。

第1表 アンモニアガス中飼育試験における蚕品種・供試期間および室内温度

試験時期	供試蚕品種	供試期間	試験区数	室内温度
'50年夏蚕期	春光×(銀月×秋月)	II~III齡	5区	27.7°C~30.4°C
'51年夏蚕期	日112号×支110号	I~II齡	4	24.0 ~29.1
		II齡	4	24.0 ~29.0
		III齡	4	24.0 ~28.5
		III~IV齡	4	24.0 ~29.0
		III~V齡	4	24.0 ~30.2
'51年晩秋蚕期	日112号×支110号	I~II齡	6	25 ~ 29
'52年晩秋蚕期	支115号×日122号	V齡	3	23 ~ 27

2. 試験方法

内容約 20 l のデシケータの底面にアンモニヤ液 10cc を入れたシャーレ（内径 15cm 深さ 2.8cm）を置き、その上方約 20cm に金網の段を設けて蚕児を飼育した。蚕座の底敷には防乾紙（透気性パラフィン紙）を用いたが、その広さは金網よりも狭くした。1日4回給桑とし、その都度、すなわち約6時間毎にアンモニヤ液を新しくし、給桑間は飼育容器を気密に保った。飼育容器内のアンモニヤガス濃度を異にするにはアンモニヤ液の濃度を異にするものを用いた。眠中は容器の蓋を取り、ガス接触をやめた。

3. アンモニヤガス濃度測定法

内容約 140cc の試験管を蚕座の外辺に1給桑間横置した後、手早く気密な蓋をして取出し、蒸溜水を入れて時間をかけながらよく振ってアンモニヤガスを吸収させ、1定量のネスレル試薬を滴下して同量のネスレル試薬を加えた塩化アンモニウム液と比色した後計算によってアンモニヤガス濃度を出した。比色には '50 年夏蚕期はデュボスク比色計を用いたが、翌年からは日立式の光電比色計を使用した。この方法によると Henry の法則によつて試験管内のアンモニヤガスの全部は水に溶解しないはずであるが、水に対するアンモニヤガスの溶解度は非常に高く、20°C, 760mmHg の下で約 700cc/水 1 cc 程度^{*}であるから、室温 30°C ではこの8割とみなしても約 560cc/水 1 cc であつて、測定値と実際値との差は誤差の範囲に入るものと考えられる。しかしアンモニヤガス濃度が低くなると測定上の誤差例えば比色計の目盛の読みとりの誤差が濃度に大きくひびくようになるので、測定値に Henry の法則を次のように適用して最終的にガス濃度を決定した。すなわち、Henry の法則によると、揮発性の溶質を含む稀薄溶液が気相と平衡を保って共存するときは、気相および液相で溶質の 1 グラム分子が占める体積をそれぞれ v_g , v とすると、一定温度の下では

$$v/v_g = c, \text{ (但し } c \text{ は定数)} \dots \dots \dots (1)$$

である。1/ v_g はガス濃度を意味し v は溶液の濃度の逆数を意味する。したがつてガス濃度を ρ , 溶液の濃度の逆数を ψ とすると

$$\psi\rho = c, \text{ (但し } c \text{ は定数)} \dots \dots \dots (2)$$

が成り立つ、この式(2)を実測値に適用する。測定誤差があまり大きくないと思われ、しかもあまり濃すぎない任意の濃度のアンモニヤ液を基準にして、これを1倍液と考え、この液を m 倍にうすめると m は ψ に相当する。

4. 飼育成績

(1) '50 年夏蚕期

試験の結果は第2表の如くであつた。アンモニヤガス 0.44% 区は供試後 20 時間以内に全滅した。試験期間中の減蚕歩合はアンモニヤガス濃度の増大するにつれて大きくなっているが、第2眠体重はアンモニヤガス 0.19% 区がそれよりも淡い区よりもわずかに軽いように見受けられる。

* 芝亀吉 ('40) の data を基にして計算した値である。

(2) '51年夏蚕期

第2表 '50年夏蚕期飼育試験成績

飼育結果は第3表の如くであった。I~II齡試験ではアンモニヤガス0.34%および1.17%の両区は供試後20時間以内に全滅し、II齡試験では0.34%区は供試後12時間以内に、ま

試験期間	NH ₃ ガス濃度 (11回平均)	供試 蚕数	II眠 体重	IV 齡起蚕数 (対供試蚕数)	試験期間 減蚕歩合
	%	頭	mg	%	%
II~III齡	0.01	400	46.8	81.5	18.5
	0.02	400	46.8	77.8	22.2
	0.04	400	46.8	74.8	25.2
	0.19	400	46.6	72.8	27.2
	0.44	400	—	0.0	100.0

備考 生存蚕児の上簇までの發育経過はすべて同じであった。

第3表 '51年夏蚕期飼育試験成績

試験期間	NH ₃ ガス 平均濃度	供試 蚕数	起 蚕 体 重			対供試蚕数 健 蛹 歩 合	全 繭 重 (♀♂平均)	繭 層 重 (♀♂平均)
			III齡	IV齡	V齡			
	%	頭	mg	mg	mg	%	g	mg
I~II齡	0.02	387	43.5	—	—	46.5	1.51	304
	0.14	332	44.5	—	—	34.9	1.55	331
	0.34	356	—	—	—	0.0	—	—
	1.17	384	—	—	—	0.0	—	—
II 齡	0.02	200	—	—	—	54.5	1.74	349
	0.04	200	—	—	—	55.5	1.75	351
	0.34	200	—	—	—	0.0	—	—
	1.17	200	—	—	—	0.0	—	—
III 齡	0.02	100	—	212	—	56.0	1.80	398
	0.04	100	—	206	—	55.0	1.72	351
	0.07	100	—	213	—	48.0	1.79	368
	0.14	100	—	207	—	40.0	1.77	312
III~IV齡	0.02	50	—	212	872	49.0	1.64	345
	0.04	50	—	206	871	50.0	1.63	344
	0.07	50	—	213	850	48.0	1.47	286
	0.14	50	—	207	822	36.0	1.67	340
III~V齡	0.02	50	—	212	872	38.0	1.36	266
	0.04	50	—	206	871	30.0	1.32	261
	0.07	50	—	213	850	30.0	1.32	272
	0.14	50	—	207	822	40.0	1.36	274

た1.17%区は供試後2時間以内に全滅した。生存した蚕児の試験期間終了直後の体重は、III~IV齡試験ではアンモニヤガス濃度が高いほど軽い傾向があるが、その他の場合

ではこのような傾向は明かでない。供試蚕数に対する健蛹歩合は、I～II齡試験、III齡試験およびIII～IV齡試験では濃度が高いほど小さいが、II齡試験およびIII～V齡試験ではこのような傾向が明かでない。繭質はアンモニアガス濃度が高いほど悪いとはいえないが、ガス濃度が一定の場合には試験期間の如何によって明らかに異なり、全繭重はIII齡試験>II齡試験>III～IV齡試験>I～II齡試験>III～V齡試験 となっており、繭層重も同様にIII齡試験>II齡試験≒III～IV齡試験>I～II齡試験>III～V齡試験 となっている。つまり繭質に及ぶ影響はIII齡を試験期間とした場合には小さいが、稚蚕期または壮蚕期を試験期間とした場合は大きく、特に壮蚕期試験の方が大きい。このような傾向は健蛹歩合にも見られる。稚蚕期試験はその後の回復期間が長いこと、各齡蚕児が同じ条件の下にないこと、また試験期間そのものの長短などのために、上記の傾向から直ちに、アンモニアガスに対する抵抗力はIII齡が最も大きく、壮蚕期は稚蚕期よりも小さいとはいえない。

III～V齡試験のV齡期に蚕座附近の炭酸ガス濃度を測定した結果は第4表の如くであった。これによるとアンモニアガス濃度が高いほど炭酸ガス濃度は低いが、各区間におけるアンモニアガス濃度の差異と炭酸ガス濃度の差異とは一致せず、後者が前者よりも大きい。このことはアンモニアガス濃度が高いほど蚕児の呼吸作用が低下することを意味するものではないかと考える。

(3) '51年 晩秋 蚕期

減蚕歩合、健蛹歩合、眠蚕体重は第5表の如くであった。アンモニアガス0.3%区は供試後20時間以内に全滅した。また第3齡起蚕の出現状況は第1図の如くであった。

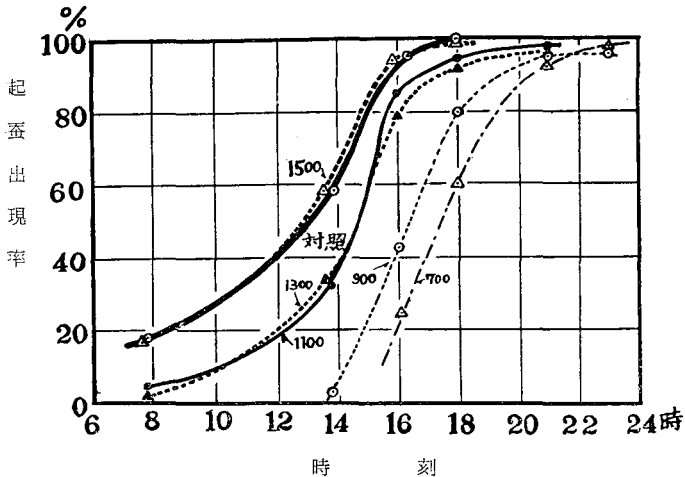
第5表 '51年 晩秋 蚕期 試験成績

試験期間	NH ₃ ガス濃度 (6回平均)	供試蚕数	供試蚕数に対する		眠蚕体重	
			試験期間中の減蚕歩合	健蛹歩合	第1眠	第2眠
	%	頭	%	%	mg	mg
I～II齡	0.08	244	8.4	66.6	6.67	40.5
	0.10	274	10.5	70.2	6.50	38.6
	0.13	286	6.0	67.2	6.50	38.7
	0.16	291	8.1	73.8	6.50	36.0
	0.21	286	9.9	65.1	6.48	35.4
	0.30	279	100.0	0.0	—	—

第5表によると、全滅を免れた区の間ではアンモニアガス濃度が高いほど試験終了直後

第4表 蚕座附近の炭酸ガス濃度

NH ₃ ガス平均濃度	CO ₂ 濃度 ガス		
	V—3日目	V—5日目	V—6日目
%	%	%	%
0.02	1.10	2.46	3.06
0.04	0.98	2.46	2.88
0.07	0.87	2.05	2.74
0.14	0.75	1.60	2.45



第1図 アンモニアガス濃度を異にする場合の起蚕出現状況
平均ガス濃度は曲線の数字700, 900, 1100, 1300, 1500 対
照の順に0.3, 0.21, 0.16, 0.13, 0.10, 0.08%である。

の眠蚕体重は軽くなる傾向があるが、減蚕歩合または健蛹歩合はガス濃度による明瞭な傾向が見られない。また第1図によるとアンモニアガス濃度が高いほど起蚕の出現が遅延している。

(4) '52年 晩秋蚕期

試験結果は第6表の如く、V齢試験ではアンモニアガス0.12%以下の濃度では全滅することはないが、アンモニアガス濃度が高いほど上簇頭数及び健蛹数は少なく、全繭重及び繭層重は軽い。

第6表 '52年 晩秋蚕期 試験成績

試験期間	NH ₃ ガス濃度 (6回平均) %	供試 蚕数 頭	上簇 蚕数 頭	健蛹数 頭	全繭重 (含♀平均) g	繭層重 (含♀平均) mg
V 齢	0.02	50	37	12	1.74	369
	0.06	50	32	8	1.65	337
	0.12	50	27	6	1.40	334

(5) 総括

以上4蚕期の飼育成績によると、アンモニアガスの濃度が高過ぎれば蚕児は死滅するが、生存をゆるすほどの濃度でもその濃度が高いほど減蚕歩合は大きくなり、体重は軽く、繭質は低下する傾向がある。また蚕児の呼吸作用もアンモニアガス濃度が高いほど低下するように推察される。アンモニアガス接触を停止した後長期間を経過すると上記の傾向が不明になる場合もある。短時間のガス接触によって蚕児を死滅させるアンモニ

ヤガス濃度は第1齢または第2齢では温度 26—29°C 程度の下で約 0.3% 以上である。

B アンモニヤガス接触桑葉給与試験

1. 供試蚕品種・供試期間及び飼育温度

本試験は '50 年夏蚕期に実施したので、蚕品種は春光×(銀月×秋月) を使用し、II~III 齢を給与試験期間とし、その間の飼育蚕室内の温度は 27.5~29.1°C であった。

2. 試験方法

アンモニヤガス中における飼育試験(前記A項)の場合と同じ方法でアンモニヤガスを発生させ、前記試験の飼育容器内の蚕座の代りに桑葉を置いて6時間密閉後この桑葉を取り出して蚕児に与えた。蚕児の飼育はII~III 齢は大型シャーレ内で蓋をして飼育(但し眠中は除蓋)し、IV 齢以後は蚕箔で普通育にした。供試期間中は1日4回給桑し、給桑の都度次回給与桑を試験用貯桑容器に入れると共にアンモニヤ液を新しく取り換えた。貯桑容器内アンモニヤガス濃度は対照区(水区)のほか4区、計5区を設け、濃度の決定は前記A項の場合と同じ方法に従った。

3. 結果及び考察

試験結果は第7表の如く、アンモニヤガス0.45%の中に貯えた桑葉は黒変しており、これを給与した場合は蚕児は食桑せず、給与後24時間以内に全滅した。アンモニヤガス0.19%以下に貯桑した葉は変色していないが、これを給与した場合は蚕児は食桑し、アンモニヤガス濃度が高いほど減蚕歩合が多くなる傾向がある。第2眠体重および繭質についてはこのような傾向は明らかでない。

第7表 アンモニヤガス接触桑給与試験成績

貯桑器内NH ₃ ガス濃度(6回平均)	桑葉変色	供試蚕数	供試蚕数に対する		第2眠体重	全繭重(♀♂平均)	繭層重(♀♂平均)	食桑
			IV 齢起蚕数	健蛹数				
%		頭	%	%	mg	g	mg	
0.01(対照区)	—	400	83.5	34.7	46.6	1.88	385	+
0.02	—	400	78.8	27.5	43.9	1.75	375	+
0.05	—	400	78.3	27.5	46.0	1.85	375	+
0.19	—	400	76.0	26.5	47.3	1.92	393	+
0.45	+	400	0.0	0.0	—	—	—	—

この試験ではアンモニヤガスに接触した葉を給与する期間中はシャーレ内で飼育したのでシャーレ内では貯桑器内のアンモニヤガス濃度に応じて桑葉からアンモニヤガスが発散し、これが直接に蚕の呼吸生理に関連していると考えられる。アンモニヤガス0.45%貯桑区で食桑することなく全滅しているのは明らかにこのことを意味している。蚕児が全滅しなくてもアンモニヤガス濃度が高いほど減蚕歩合が大きいのは、上記のような気門を通ずる呼吸生理的な理由のほか、経口的な面の理由もあるかもしれない。

III アンモニヤガス濃度の蚕児に対する致死限界

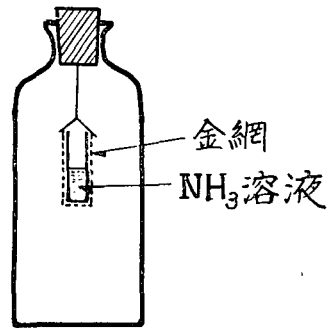
1. 供試蚕品種

- '54年春蚕期：日112号×支110号
 日122号×支122号
 支122号×日122号
 日122号×支115号
 支122号
- '54年晩秋蚕期：日122号×支115号
 日112号×支110号

2. 方法

(1) '54年春蚕期に実施した方法

第2図の如く蚕児を入れる容積530ccの広口瓶にアンモニア液6cc入りの小容器（直径2cm深さ7cm）を吊り下げて約6～7時間気密に栓をしてアンモニアガスを充満させた後、小容器を取り出すと同時に蚕児を入れた金網を手早く広口瓶中に吊して再び気密に栓をし、10～16時間後に取り出し数時間乃至2昼夜給桑して生死を調べた。種々のアンモニアガス濃度を得るためにはアンモニア液の濃度を異にした。相異なるガス濃度の瓶中に同一発育段階の蚕児を同一時間入れておいて致死濃度の限界を決めた。



第2図 '54年春期用のアンモニアガス調製兼飼育瓶

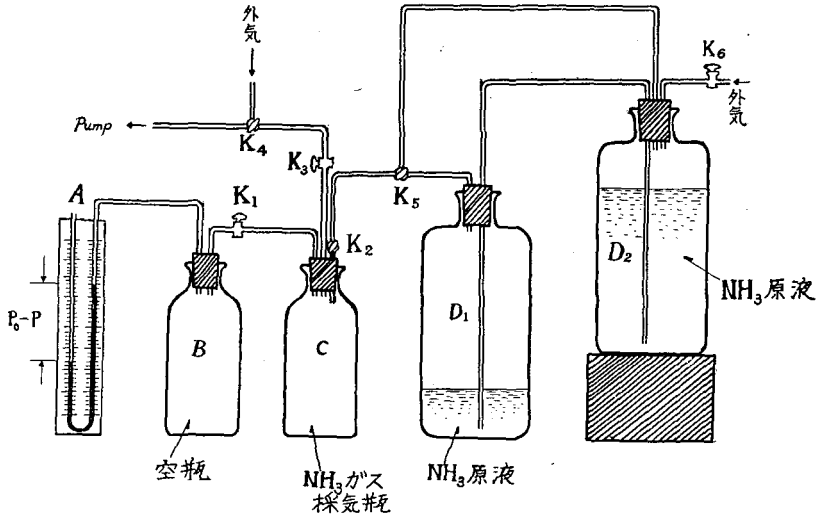
蚕児を入れた瓶中には、眠蚕および5月18～19日の実験以外の実験では少量の桑葉を添えておいた。相異なる発育段階の蚕児間のガスに対する抵抗力の差をみるには、それらの蚕児を同一瓶中に入れた。実験中の室内温度は蠶蚕に関する1部を除いては全期間を通じて20～22°Cであり、個々の実験中における温度変化は1.5°C以内であった。

瓶内のアンモニアガス濃度は、アンモニア液と蚕児を交換するとき蚕児の代りに1N～N/2の稀硫酸を入れてアンモニアガスを吸収させた後、残存する酸をN/5～N/10の苛性加里液で滴定して算出したが、濃度が小さくなると測定誤差も大きくなるので最終的には実測値に式(2)を適用して決定した。

(2) '54年晩秋蚕期に実施した方法

種々のアンモニアガス濃度を得るのに2つの方法を採用した。その第1の方法は第3図の装置によるもので、アンモニアガス採取瓶C（容積530cc）内の空気を減圧してD₁（容積2l）内のアンモニアガスをC内に導き入れる方法である。

今、瓶Cの容積をV₀とし、その中を減圧して始めP₀（大気圧力）であった圧力をPにし、瓶外に出された空気の容積をvとすると、減圧後V₀に抵がった空気は減圧前にはV₀-vであったことになるから温度に変化がなければ次の式が成立する：



第3図 '54年晩秋蚕用のアンモニアガス調製装置

$$P_0(V_0 - v) = PV_0 \dots \dots \dots (3)$$

$$\therefore v = V_0(1 - P/P_0)$$

したがって、 $v = V_0(P_0 - P)/P_0 \dots \dots \dots (4)$

この減圧した瓶に濃度（容積濃度） $n\%$ のアンモニアを含む空気を導入しながら圧力を P_0 にもどすと、導入空気の容積は v であるから、瓶中の全アンモニアガスの容積は $nv/100$ であり、したがって瓶のアンモニアガスの濃度 ρ は

$$\rho = nv/V_0 \text{ [\%]} \dots \dots \dots (5)$$

である。式(4)と式(5)とから

$$\rho = n(P_0 - P)/P_0 \text{ [\%]} \dots \dots \dots (6)$$

を得る。

P_0 は気圧計により、 $P_0 - P$ は manometer A によって知り、 n は D_1 内の空気を試験管にとってアンモニアガスを測定してきめた。 n をきめるため試験管に導入する空気の量は試験管の容積の約10倍とし、充分に空気を置換させるように心がけた。アンモニアの測定は稀硫酸を用いる方法を探り、1連の実験の都度その前後において n を決定した。

第3図を操作する手順は次の如くした：(a) コック K_2 および K_5 を閉じ、三叉コック K_5 を D_1 および D_2 へ通ずるように開いて D_1 と D_2 を交互に何回も上下して D_1 D_2 内の空気をよく混合した後 D_1 , D_2 を図の位置にもどす。(b) K_2 及び K_5 を C と D_1 とが互に通ずるように開いてこの管に D_1 内の空気を充満させて K_2 , K_5 を閉じ、 C を新

しい瓶に取りかえる。(c) A, B, C 及び水流 pump の 4 者を連結する管内を空気が通じ得るように K_1, K_2, K_3 及び K_4 を開き, pump で適当の程度まで減圧した後 K_4 によって manometer の示度が任意の値になるようにする。(d) K_4 を閉じて K_6 を開き, K_5 を C 及び D_1 に通ずるように開き, K_2 によって manometer の示度が零にもどる ($P_0 - P = 0$ になる) ように徐々に開いてアンモニアガスを含む空気を C に導く。

以上の操作手順のうちで手順 (b) 中の瓶 C は実際には初めからはずしておき, この手順 (b) の終りでつける。また手順 (d) の際に K_2 を急に開くと manometer の水銀または水が零位に復するまでに上下に振動して D_1 から導入される空気の量が式 (5) における v よりも大きくなるおそれがあるから, K_2 は徐々に開いて上下振動を防止した。なお C K_2 間の管径が大きいと濃度の誤差が大きくなるおそれがあるので細管になるように工夫した。

種々のアンモニアガス濃度を得る第 2 の方法は, 第 1 の方法における手順 (a) 及び (b) を経た後 K_2, K_5 間のゴム管の部分から注射器で採気して別の容器 (実際には 100cc の三角フラスコを用いた) の底部に任意量だけ静かに注入する方法を採用した。この方法によると, 三角フラスコ内のアンモニアガス濃度 ρ は, フラスコの容積を V_0 注射器で入れた空気の容積を v とすると, 次の式で与えられる:

$$\rho = nv/V_0 \quad [\%] \dots \dots \dots (7)$$

第 1 方法または第 2 方法によって採気した後は春蚕期における実験と同様な方法で蚕児に対する実験を行った。ただし瓶中には蚕児だけを入れ, その時間は約 6~8 時間で, 実験室内温度は 24.3~29.4°C で, 1 実験中の室内温度変化は多くの場合 1°C 以内であった。

瓶中に入れる蚕児の頭数は, 炭酸ガスの影響や蚕糞からのアンモニアガスの影響を小さくするため, なるべく少数にとどめた。

3. 結果並びに考察

アンモニアガスの種々の濃度の中で蚕児が生存していた最大濃度と死滅していた最低濃度および生死混在していた濃度は第 8 表の如くであった。第 4 図はこれを図示したものである。また同一品種につき異なる発育階梯間の比較をした結果だけを引出して示すと第 9 表の如くである。

第 4 図中の曲線は第 1 齢から第 5 齢までを大局的に見た致死濃度の最低附近を表わし, この曲線以下では死亡蚕を含まぬように引いたものである。これによると致死最低濃度は春蚕期の実験では蟻蚕は約 0.2%, 第 1~2 齢は 1% 内外, 第 3 齢は 2~3%, 第 4 齢は 3~4%, 第 5 齢は 6~8% で, 蚕齢の進むにつれて大きくなっているが, 晩秋蚕期実験では, 第 1 方法によった結果では蟻蚕が約 0.1% ぐらいであるほかは 0.5% 内外を示し, 第 5 齢に至って僅かに増大しており, 第 2 方法によった結果では第 1~4 齢は 1% 内外を示し, 第 5 齢に入って増大するかのように見える。このように, 致死限界濃度の絶対値は春蚕期特にその壮蚕期は晩秋蚕期よりも高く同一晩秋蚕期でもアンモ

第8表 アンモニアガスの濃度と蚕児の生死関係

A. 春蚕期実験成績

発育階梯	実験日	致死限界附近 NH ₃ ガス濃度			供試蚕品種	供試蚕数	室温		接触時間	
		生域	生死混在域	死域			(初)	(終)		
I	繅 蚕	5. 11	0.12	—	0.19	日122号×支122号	50	26.0—23.0	1.63	
		5. 12	0.18	0.21(5/16死)	—	"	21	27.0—23.5	14.0	
	5. 28	1.92	2.56(9/10死)	3.84	日122号×支115号	10*	20.8—20.3	11.7		
	1日目	5. 29	—	—	1.92	支122号	10	20.8—21.3	11.8	
	2日目	5. 30	0.89	—	1.32	"	7△	22.0—21.3	12.0	
	齡	5. 28	2.56	—	3.84	日112号×支110号	10*	20.8—20.3	11.7	
		3日目	5. 16	—	1.32(5/7 死)	1.59	支122号	7□	21.5—21.3	12.0
		5. 31	0.14	—	—	"	20	19.0—22.0	11.9	
	眠 中	5. 17	0.88	—	—	日122号×支122号	15	19.8—21.6	10.2	
		6. 1	—	—	1.31	支122号	5○	21.4—20.3	12.0	
II	起 蚕	5. 18	0.98	—	2.44	日122号×支122号	15	21.6—21.0	13.3	
		5. 28	1.54	—	1.92	日112号×支110号	5*	20.8—20.3	11.7	
	1日目	5. 28	2.56	—	3.84	"	5*	20.8—20.3	11.7	
	2日目	5. 30	0.99	1.32(3/6 死)	1.99	"	6△	22.0—21.3	12.0	
	齡	3日目	5. 20	1.33	—	—	日122号×支122号	5	22.4—23.0	12.5
		(催眠)	5. 31	1.32	1.69(3/5 死)	1.99	日112号×支110号	5□	21.5—21.3	12.0
III	眠 中	6. 1	1.31	1.53(3/5 死)	1.97	"	5○	21.4—20.3	12.0	
		1日目	6. 7	—	—	2.50	支122号	6	23.0—21.3	15.5
	2日目	5. 23	2.35	3.53(6/10死)	—	日122号×支122号	10	19.0—20.8	13.2	
	齡	3日目	5. 24	3.90	7.80(7/10死)	—	"	10	21.3—21.5	11.5
5. 28		2.56	3.84(3/4 死)	7.68	"	4*	20.8—20.3	11.7		
IV	眠 中	5. 25	2.70	4.05(6/7 死)	8.10	"	7	21.5—22.5	12.1	
		起 蚕	5. 26	4.14	—	8.28	"	7	22.3—20.5	11.9
	齡	3日目	5. 19	2.53	—	50.50	"	5	21.5—20.5	12.4
		5. 28	2.56	3.84(1/2 死)	7.68	"	2*	20.8—20.3	11.7	
	眠 中	5. 20	13.30	—	—	"	3	22.4—23.0	12.2	
		5. 31	3.97	—	7.94	"	4	21.5—21.3	12.0	
V	起 蚕	5. 22	7.40	—	37.00	"	3	20.3—19.3	12.6	
		1日目	6. 1	4.91	37.86(2/3 死)	13.10	"	3	21.4—20.3	12.0
	3日目	5. 23	11.77	—	35.30	"	3	19.0—20.8	13.2	
	4日目	5. 24	—	—	7.80	"	2	21.3—21.5	11.5	
	齡	6日目	5. 28	7.68	—	12.80	"	1*	20.8—20.3	11.7
		7日目	5. 27	13.87	—	20.80	"	1	20.5—21.0	11.6
	熟 蚕	5. 28	7.68	—	12.80	"	1*	20.8—20.3	11.7	
6. 2		3.84	7.68(1/2 死)	12.80	支122号×日122号	2	20.0—21.5	11.5		

B. 晩秋蚕期第1方法による成績

发育階梯	実験日	致死限界附近 NH ₃ ガス濃度			供試蚕品種	供試蚕数	室温 (初→終)	接触時間	
		生域	生死混在域	死域					
	月 日	%	%	%	日122号×支115号	頭	°C	°C時間	
I 齡	繭 蚕	9. 5	—	—	0.08	日122号×支115号	10	24.4—24.3	6.0
	3 日目	9. 7	0.35	—	0.67	〃	5*	28.1—27.3	6.9
	眠 中	9. 7	0.35	—	0.67	〃	5*	〃	〃
9. 8		0.25	—	—	〃	5△	28.5—28.0	7.8	
II 齡	2 日目	9. 8	0.37	—	0.53	〃	5△	〃	〃
	眠 中	9. 14	0.45	0.66(1/3 死)	0.88	〃	3□	29.0—28.3	6.0
III 齡	起 蚕	9. 15	—	—	0.54	〃	4◎	29.0—28.4	〃
	2 日目	9. 16	—	0.75(1/2 死)	1.65	〃	2▲	〃	〃
	3 日目	9. 17	0.28	0.56(3/4 死)	0.84	〃	4●	27.3—27.0	5.8
IV 齡	眠 中	9. 18	—	—	0.88	〃	3■	27.3—25.8	7.1
	起 蚕	9. 7	0.14	—	0.35	〃	3*	28.1—27.3	6.9
IV 齡	2 日目	9. 8	0.37	—	0.53	〃	2△	28.5—28.0	7.8
		9. 20	—	0.34(1/3 死)	0.46	〃	3+	26.5—26.3	6.3
	3 日目	9. 21	—	0.71(1/3 死)	0.99	〃	3+	27.3—27.0	6.0
	眠 中	9. 24	0.32	—	0.65	〃	2	29.4—28.3	〃
		9. 24	0.32	—	0.65	〃	2	〃	〃
3 日目	9. 14	0.66	0.88(1/2 死)	1.09	〃	2□	29.0—28.3	〃	
4 日目	9. 15	0.98	—	1.20	〃	2◎	29.0—28.4	〃	
V 齡	5 日目	9. 16	—	—	0.75	〃	2▲	〃	〃
V 齡	6 日目	9. 17	0.28	0.56(1/2 死)	—	〃	2●	27.3—27.0	5.8
			0.84	1.12(1/2 死)	—	〃	〃	〃	〃
			1.40	—	—	〃	〃	〃	〃
	熟 蚕	9. 18	0.88	—	1.23	〃	2■	27.3—25.8	7.1
		9. 20	0.46	—	0.69	日112号×支110号	2+	26.5—26.3	6.3
			0.92	—	—		〃	〃	〃
9. 21	0.99	—	1.27	〃	2+	27.3—27.0	6.0		
〃	9. 22	0.41	0.82(1/2 死)	0.68	日122号×支115号	2	27.6—27.0	6.2	
	〃	0.41	—	0.68		2	〃	〃	

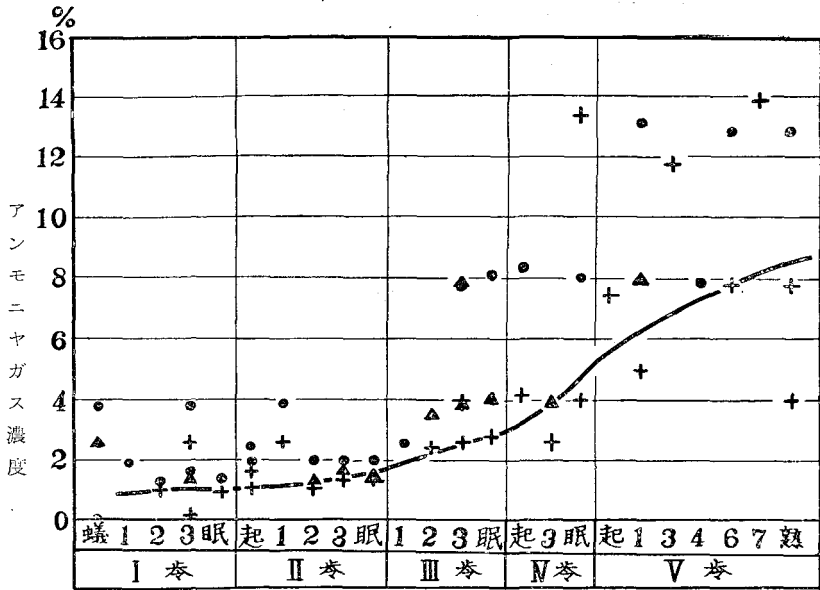
C. 晩秋蚕期第2方法による成績

発育階梯	実験日	致死限界附近の NH ₃ ガス濃度			供試蚕品種	供試蚕数	室温 (初→終)	接触時間		
		生域	生死混在域	死域						
	月日	%	%	%		頭	°C	°C	時間	
	9. 17	0.88 (1.32)	1.10(3/10死) 1.32(2/10死)	—	日122号×支115号	10	27.3	—27.0	5.7	
I	蟻蚕									
	9. 18	1.30	1.10(3/6 死) 1.60(3/6 死) 1.90(2/6 死)	2.12	〃	6●	27.3	—25.8	7.2	
	9. 20	0.91	0.73(1/6 死) 1.09(2/6 死) 1.45(5/6 死)	1.27 (1.82)	〃	6	26.5	—26.3	6.2	
	1日目	9. 18	—	1.37(5/6 死)	1.10 1.65	〃	6●	27.3	—25.8	7.2
齡	2日目	9. 9	1.11	—	1.38	〃	5○	28.4	—28.1	6.4
	9. 13	—	1.94(4/5 死)	2.41	〃	5▲	29.2	—28.0	6.2	
	9. 7	—	0.89(1/4 死) 1.85(1/4 死)	3.56	〃	4*	28.1	—27.3	6.7	
3日目	9. 10	0.64	—	1.27	〃	5□	29.4	—28.8	6.1	
	9. 20	1.82	—	—	〃	6	26.5	—26.3	6.2	
	9. 7	1.78	—	2.67	〃	4*	28.1	—27.3	6.7	
眠中	9. 8	1.23	1.64(3/4 死)	—	〃	4△	28.5	—28.0	7.8	
	1日目	9. 12	0.88	1.74(1/5 死) 1.62(4/5 死)	3.50	〃	5●	29.3	—29.0	6.3
II	2日目	9. 8	0.82	—	1.23	〃	3△	28.5	—28.0	7.8
	9. 9	1.11	—	1.38	〃	3○	28.4	—28.1	6.4	
齡	3日目	9. 13	—	1.94(2/3 死)	2.41	〃	3▲	29.2	—28.0	6.2
	9. 14	—	1.35(2/3 死)	1.80	〃	3#	29.0	—28.3	6.0	
眠中	9. 10	1.91	—	2.55	〃	3□	29.4	—28.8	6.1	
起蚕	9. 15	—	—	1.15	〃	4	29.0	—28.4	5.9	
	9. 12	0.88	—	1.75	〃	3●	29.3	—29.0	6.3	
III	2日目	9. 16	—	0.94(2/4 死) 1.17(3/4 死)	1.41	〃	4■	29.0	—28.0	5.8
齡	3日目	9. 17	0.88	—	1.10	〃	3	27.3	—27.0	5.7
	9. 14	—	1.35(1/4 死)	1.80	〃	2#	29.0	—28.3	6.0	
眠中	9. 18	2.19	—	—	〃	3●	27.2	—25.8	7.2	
IV	起蚕	9. 7	—	—	0.89	〃	2*	28.1	—27.3	6.7
	9. 8	0.82	—	1.23	〃	2	28.5	—28.0	7.8	
齡	2日目	9. 16	1.17	—	1.41	〃	2△	29.0	—28.4	6.0
	9. 20	—	0.73(1/3 死) 1.82(2/3 死)	—	〃	2■	29.0	—28.4	6.0	
	9. 9	1.11	1.38(1/2 死)	—	〃	3	26.5	—26.3	6.2	
3日目	9. 9	1.11	1.38(1/2 死)	—	〃	2○	28.4	—28.1	6.4	
眠中	9. 10	2.55	3.18(1/2 死)	—	〃	2□	29.4	—28.8	6.1	
V	齡	1日目	9. 12	4.87	—	〃	2●	29.3	—29.0	6.3

備考 (1)生域および死域の濃度は設定濃度のうちそれぞれの域の最高濃度および最低濃度を示す。

(2)供試蚕数は各瓶に入れた頭数を示す。

(3)供試蚕数のところの符号は同符号同志を同一瓶中に混在させたことを示す。



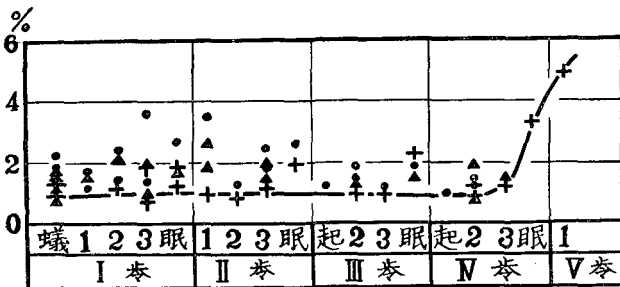
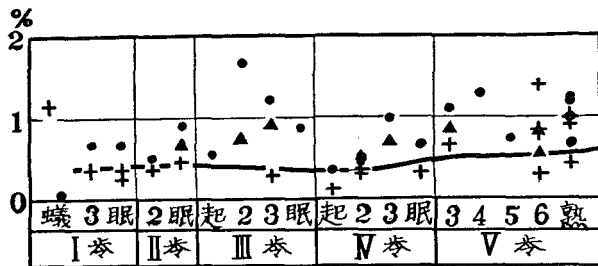
發育階梯

第4図

アンモニアガスの蚕児に対する致死濃度

上図は'54年春蚕期の結果、中図は'54年晩秋蚕期第1方法による結果、下図は同第2方法による結果を示す。

●は死、
+は生存、
▲は生死混在を示す。



実験月日	供試蚕品種	NH ₃ ガス濃度	I 齢			II 齢			III 齢			IV 齢			V 齢												
			蟻	1	2	3	眠	起	1	2	3	眠	起	2	3	眠	起	2	3	眠	1	3	4	5	6	熟	
9. 14 (第1法)	日122×支115	1.1																							●		
		0.9																								1/2	
		0.7																								+	
		0.5																								+	
9. 14 (第2法)	"	1.8																									
		1.4																									
9. 15 (第1法)	"	1.2																								●	
		1.0																								+	
		0.8																								+	
9. 16 (第1法)	"	1.6																								●	
		0.7																								●	
9. 16 (第2法)	"	1.4																									
		1.2																									
		0.9																									
9. 17 (第1法)	"	3.4																								+	
		3.0																								1/2	
		2.3																								+	
		1.5																								1/2	
		0.8																								+	
9. 17 (第2法)	"	1.1	2/10																							●	
		0.9	+																							+	
9. 18 (第1法)	"	3.3																								●	
		2.4																								+	
9. 18 (第2法)	"	2.2	●●																								
		1.9	2/6●																								
		1.6	3/6●																								
		1.4	+5/6																								
		1.1	3/6●																								
9. 20 (第2法)	"	1.8	●	+																							
		1.5	5/6	+																							
		1.3	●	+																							
		1.1	2/6	+																							
		0.9	+	+																							
		0.7	1/6	+																							

備考 (1)表中の●印は供試蚕全部死滅を，+は供試蚕全部生存を，数字は供試蚕数に対する死滅蚕数を示す。

(2)NH₃ガス接触時間およびその間の室温は第8表を参照のこと。

ニヤガス濃度調整方法によって異っているが、晩秋蚕期における両方法からみると、致死限界濃度は第1～4齢は0.5～1.0%で第5齢はこれより幾分高いといえる。さきに夏蚕期及び晩秋蚕期に実施した飼育試験では第1～2齢は約0.3%を得ているが、これは蚕児の頭数が多い上に給与桑や蚕糞量も多量にあることやその他種々の条件を異にするためかも知れない。春蚕期の致死限界濃度が晩秋蚕期のそれよりも高いのは温度が低いためと考えられるが、ただ、その絶対値については1つの方法で1回試みただけであるから、にわかには断定し得ない。

発育階梯を異にする場合のアンモニヤガスに対する抵抗力の差異を第9表主として晩秋蚕期成績によって見ると、(a) 蟻蚕はI齢3日目よりも弱いが生I齢1日目よりも弱くはない——9月18日、9月20日実験、(b) 眠蚕は当齢の盛食期蚕や翌齢の2日目よりも強い——9月7日、9月8日。(c) 起蚕は前齢の盛食期蚕、前々前齢の眠蚕、翌々齢の中食期蚕等よりも弱い——5月28日、9月7日、9月8日、9月15日。(d) 互に異なる齢ではほぼ相対応する時期、例えば眠同志や盛食期同志を比較すると蚕齢の進んだ方が強い場合の例(5月28日、9月9日、9月10日、9月12日、9月16日第2法、9月17日第1法)がその逆の場合の例(9月12日、9月16日第1法、9月20日)よりも多い。(e) 熟蚕はその前日と差がないがIII齢眠蚕よりも強い——5月28日、9月18日。これらのことを総合すると次のことがいえるようである。同一齢では末期に至るにつれて強く、眠蚕において最も強いが、起蚕になると弱くなる。また各齢の相対応する発育階梯の間では齢の進んでいる方が強い。この第2項の事実は第4図による春蚕期の結果とも一致している。アンモニヤガスに対する抵抗力のこのような消長は、眠蚕の点を除くと、亜硫酸ガスに対する抵抗力の消長に関する三谷等(31)の成績とほぼ同じ型を呈している。

4. 結 論

以上のことからアンモニヤガスの蚕児に対する致死限界濃度について次のように結論することができる:

- (1) 致死限界濃度は同一齢中では齢の末期に至るにつれて高く、眠中において最大になり、起蚕になると低下する。ただし蟻蚕に対しては第I齢1日の食桑蚕に対してよりも必ずしも低いとはいえず、また熟蚕期は第5齢盛食期よりも必ずしも高いとはいえない。
- (2) 各齢の互に相対応する階梯の間では齢が進むにつれて致死限界濃度が高くなる。
- (3) 致死限界濃度は温度が高くなると低下する。
- (4) 致死限界濃度の絶対値は温度 25～29°C (晩秋蚕期) では約0.5～1.0%程度であり、温度 20～22°C (春蚕期) ではこれよりも高い。

IV アンモニヤガス中における蚕児の行動および桑葉の変色限界濃度

1954年春蚕期に蚕児に対するアンモニヤガス濃度の致死限界を調べる際に、蚕児の吐液、食桑、把握力、逃避、排糞、吐絲、脱皮、斃死率、桑葉の変色等について観察または調査したが、それらの結果を示すと第10表A～Hの如くである。またこの場合の変色

限界濃度を第4図と同じ表現方法で示すと第5図に示す如くである。これらの結果によると次のことがわかる:

第10表 アンモニアガス接触実験 (1954年春蚕期) における附随観察または調査

- A. 掃立当時 ('54年5月12日) 日122号×支122号 27.0~23.5°C 14時間接触
- B. II齡飼食期 ('54年5月18日) 日122号×支122号 21.6~21.0°C 13.3時間接触

NH ₃ ガス濃度 %	桑葉変色程度	食桑程度	対供試蚕数	
			斃死率 %	桑葉上蚕数 %
0.13	+	+	0	97
0.14	++	+	0	100
0.16	++	+	0	90
0.18	+++	—	0	64
0.21	+++	—	31	52

NH ₃ ガス濃度 %	対供試蚕数 %	斃死率 %	逃避行動
0.49	0	0	2/3の蚕は金網外へ落下している
0.98	0	0	行動がない
2.44	100	100	行動がない
48.80	100	100	行動がない

(a) 桑葉を変色(黒変)させるアンモニアガス濃度は葉齢とともに高くなる。(b) 各齢用桑の変色限界濃度ではその齢の蚕児は死に至らない。(c) 蚕児が食桑する場合は或る程度まではアンモニアガス濃度が低いほど食下量が多くなる。(d) アンモニアガス濃度が高いほど1定時間中の排糞粒数は少なく、蚕児が100%斃死した場合は全然排糞していない。(e) 或る程度アンモニアガス濃度が低い

- C. III齡2日目 ('54年5月23日) 日122号×支122号 19.0~20.8°C 13.2時間接触

NH ₃ ガス濃度 %	桑葉変色程度	食桑程度	対供試蚕数	
			斃死率 %	斃死率 %
1.18	—	++	0	0
1.77	+	+	0	0
2.35	++	+	0	0
3.53	++	—	100	100

- D. III齡眠中 ('54年5月25日) 日122号×支122号 21.5~22.5°C 12.1時間接触

NH ₃ ガス濃度	接触終了時		接触解除後 18時間目	接触解除後 40時間目
	斃蚕数 %	生存数 頭		
対照区	0	7△	全部生存, 中2頭全身黒変 眠中, 体色は茶褐色	2頭半脱皮蚕となる 胸部まで脱皮蚕となる
2.70	0	7*		
4.05	6	1+		
8.10	7	0		
13.50	7	0		

△全部脱皮終了, *5頭は眠中, 2頭は半脱皮蚕(胸部まで) +眠中解除後40時間目の半脱皮蚕は正常脱皮とちがって旧皮がボロボロに破れて新皮が露出するのが頭部から後方へ進行していた。

E. IV 齡飼食期 ('54年 5月 26 日)
 日 122 号 × 支 122 号
 22.3~20.5°C 11.9 時間接触

NH ₃ ガス濃度	桑葉変色	食桑程度	全排糞数	対供試蚕数死亡率
%			粒	%
2.76	±	++	53	0
4.14	±	+	42	0
8.28	+	—	0	100
13.80	+	—	0	100

F. V 齡飼食期 ('54年 5月 22 日)
 日 122 号 × 支 122 号
 20.3~19.3°C 12.6 時間接触

NH ₃ ガス濃度	接蛹10分後			接蛹12.6時間後		
	桑葉変色	食桑	把握力	桑葉変色	食桑	死亡率
%						%
1.85	—	+	++	—	+++	0
3.70	—	+	+	±	++	0
7.40	—	—	—	+	+	0
37.00	±	—	—	++	—	100

G. V 齡 3 日目 ('54年 5月 23 日)
 日 122 号 × 支 122 号
 19.0~20.8°C 13.2 時間接触

NH ₃ ガス濃度	桑葉変色程度	食桑程度	死亡率	全排糞数
%			%	粒
3.53	—	+	0	50
7.06	+	+	0	36
11.77	++	—	0	14
35.30	++	—	100	0

場合は胃液を吐出した蚕児でも必ずしも死に至らない。(f) アンモニヤガス濃度が或る程度以上高い場合は蚕児の把握力は弱まり、またはなくなる。(g) 眠蚕が致死濃度以下のアンモニヤガス中におかれた場合はガス濃度が高いほど脱皮の時期が遅延し、かつ、半脱皮蚕になりやすい。この場合、脱皮は正常蚕の脱皮と異なる。

なり、旧皮がおかされてポロポロ破れて新体皮が露出するような感じの脱皮のしかたをしている場合が多い。

H. 熟蚕 第1回 '54年 5月 28 日, 日 122 号 × 支 122 号,
 20.8~20.3°C 11.7 時間接触
 第2回 '54年 6月 2 日, 支 122 号 × 日 122 号,
 20.0~21.5°C 11.5 時間接触

NH ₃ ガス濃度	第 1 回				第 2 回			
	吐液	生(+) 死(-)	吐 絲 程 度		吐液	生(+) 死(-)	吐 絲	
			接触解除時	解 除 後 24 時 間 目			接触解除時	解 除 後 24 時 間 目
%								
0.13	—	+	+++	+++	—	+	+++	+++
0.38	—	+	+++	+++	—	+	+++	+++
0.77	—	+	+++	+++	—	+	++	+++
1.92	—	+	++	++	—	+	+	++
3.84	—	+	+	+	+	+	—	+
7.68	—	+	—	—	+	—	—	—
12.80	+	—	—	—	+	—	—	—

吐絲程度は同一時刻における比較で示す。

V. 摘 要

(1) 蚕兒および桑葉にアンモニヤガスを6時間内外または12時間内外接触させ、その影響について調べた。

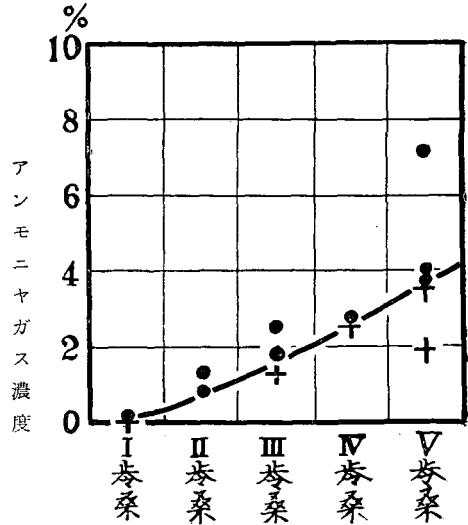
(2) アンモニヤガス濃度が高過ぎると蚕兒は死滅するが、生存をゆるすほどの濃度でも或る程度以上の濃度では濃度が高いほど食桑量は少なく、体重は軽く、發育経過は遅延し、減蚕歩合は大きく、半脱皮蚕になりやすく、繭質は低下するなど、蚕兒に不良の影響を与える。

(3) アンモニヤガスに数時間接触した桑葉を蚕兒に給与して容器内で飼育しても、ガス濃度の如何によっては蚕兒は死滅または不良の影響を蒙る。

(4) 蚕兒致死限界濃度は 25~29°C の下では 0.5~1.0% 程度であり、20~22°C の下ではこれより高い。また密閉容器内で飼育するとこれよりも低いようである。

(5) 蚕兒致死限界濃度は同一齢中ではその末期に至るにつれて高く、眠中に最高を示し、起蚕になると低下する。また各齢間の相対応する發育階梯の間では齢が進んでいるほど高い。

(6) 約12時接触の結果によると、蚕兒致死限界濃度はその齡用桑葉の変色限界濃度よりも高い。



第5図 アンモニヤガス濃度と用桑変色との関係

●は変色，+は正常色

VI. 文 献

三谷賢三郎・伊与田茂・伊藤節之・梅村角一 (1931): 家蚕の1世代間における生理障害に対する抵抗力の研究(第2報) 亜硫酸ガスに対する抵抗力の消長に就て, 愛知県蚕試報告(3) pp. 142~169.

芝 龜 吉 (1940): 物理学概説II熱学, 岩波書店, 東京, p. 146.

大村清之助・酒田保 (1947): 破風抜繭の生因(2), 日本蚕糸学会東北支部第1回研究発表会講演要旨, pp. 61~63.

宮沢新市・田村喜久雄 (1950): 熟蚕の糞尿臭と蚕作との関係, 蚕糸技術, pp. 14~16.

鈴木 親 祇 (1953): 養蚕と微気象, 第5回蚕業技術指導所講習会講演録, 農林省蚕糸局, p. 55.