

## [研究報告]

# チャバネゴキブリの増殖に 及ぼすオゾンの影響\*

Studies on the influence of ozone on reproduction  
of the German cockroach, *Blattella germanica*

武藤 敦彦\*\*

Atsuhiko MUTO\*\*

キーワード : German cockroach, *Blattella germanica*, オゾン, 増殖

## 1. 目的

殺菌などの目的でオゾン発生機を食品工場等に取り付け、オゾン処理を行うことにより、ゴキブリも減少することが一部の害虫駆除業者等との間で経験的に知られている。

オゾンのゴキブリに対する影響に関しては、岡本(1981)が、オゾンの存在によって、ゴキブリの集合フェロモンが失活することを報告している。また、岡本(1987)は、喫茶店にオゾン発生機を設置して、チャバネゴキブリが減少することを報告しているが、その理由は明らかではない。そこで筆者は、オゾンがゴキブリの増殖に対して直接的な影響をもつのではないかと考え、オゾンを導入した飼育装置内でチャバネゴキブリを飼育し、その産卵数や卵の孵化率、幼虫の生育状況について検討を行った。

## 2. 実験材料

- (1) 供試昆虫 :  
チャバネゴキブリ *Blattella germanica* 渡田コロニー  
室内で累代飼育中のもの
- (2) オゾン発生機 :  
紫外線ランプ式(空気原料)で種々の濃度のオゾンを発生できるように調整されたもの
- (3) オゾン検知管 :  
光明理化学工業(株)北川式検知管

## 3. 試験方法

試験は、図1に示すような装置で行った。すなわち、オゾン発生機から発生するオゾンを含む空気を連続的にプラスチック製の容器内に導入し、その容器内でガラス製の腰高シャーレ(直径9cm、高さ6cm)に入れた供試虫に餌と水を与えて集団で飼育し、その死亡状況、産卵数、孵化率・数、幼虫の成虫への羽化状況などを観察した。なお、腰高シャーレには金網蓋をかぶせ、中には供試虫を落ち着かせるために濾紙製シェルターを入れた。

試験は、設定オゾン濃度1ppmおよび0.5ppmで、それぞれ対照区を併置して実施したが、それぞれの濃度で若干実施内容が異なるので、以下にそれぞれの方法を示す。なお、実験中のオゾン濃度の測定は、適宜検知管を用いて行った。また、処理区の温度がトランスの発熱により室温より3~4℃上昇するため、対照区には白熱球によって温度を上昇させた空気を導入した。

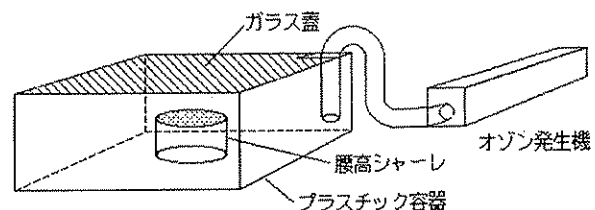


図-1 実験装置

- (1) 設定オゾン濃度1ppmでの試験  
供試虫は卵鞘が突出した♀(以下抱卵雌とする)5+♂5匹(A区)および卵鞘が突出していない♀(以下未抱卵雌とする)5匹+♂5匹

\*この研究は、当センターの研究奨励金により実施した。

\*\* 財団法人日本環境衛生センター東日本支局環境生物部  
Dept. of Environmental Biology, East Branch,  
Japan Environmental Sanitation Center

(B区)×2連、すなわち、それぞれ雌雄各10匹を供試した。

抱卵雌は、オゾンがすでに形成された卵の孵化率にも影響を与えるか、について検討するために供試した。なお、未抱卵雌でも、腹腔内に突出前の卵鞘が形成されていたかどうかの確認は行っていない。

検知管で測定した処理区の容器中のオゾン濃度の実測値は、0.8~1.2ppmであった。

(2) 設定オゾン濃度 0.5ppmでの試験

供試虫は、羽化1か月後の未交尾の♀5+♂5匹×2連、すなわち、雌雄各10匹を供試して実施した。また、幼虫の成育への影響をみるために、孵化直後の1齢幼虫25匹を同一条件下で飼育し、その羽化状況を観察した。

検知管で測定した処理区容器中のオゾン濃度の実測値は、0.4~0.55ppmであった。

4. 結果および考察

(1) 生存日数 (表1参照)

オゾン濃度1ppm、0.5ppmのいずれの処理の場合でも、処理区は、それぞれの対照区に比べて平均生存日数が10~20日程度短くなる傾向がみられた。しかし、約1ppmという高濃

度のオゾンにさらされても、すぐに死亡するような個体はみられなかった。

(2) 卵鞘産出数 (表2参照)

10匹の雌の総卵鞘産出数は、オゾン1ppm処理区では、対照区に比べて明らかに少なく、試験開始時に未抱卵の雌の場合は半数以下、開始時に抱卵していた雌でも2/3程度の数であった。一方、0.5ppm処理の場合は、処理区、対照区とも20前後の卵鞘を産出し、ほとんど差が認められなかった。

0.5ppm試験区では、対照区の卵鞘産出数が1ppmの対照区に比べて少ないが、これは、実験の後半の約1か月間、試験容器内の温度が20~23℃と低かったためと思われる。

(3) 孵化卵鞘数 (表2参照)

孵化が認められた卵鞘の数は、オゾン処理区では、対照区に比べて少ない傾向がみられ、オゾン1ppm処理区では、試験開始時に未抱卵だった雌で、対照区の1/10以下、抱卵雌では1/2以下であった。また、0.5ppm区の卵鞘産出数では、処理区と対照区で差が認められなかったが、孵化した卵鞘数は処理区は対照区の約1/5であった。

0.5ppm試験区の対照区の孵化卵鞘率が、1ppmのそれに比べてかなり低かった。この区

表-1 オゾン処理区と対照区でのチャバネゴキブリの生存日数

設定オゾン濃度 (ppm)	性別	処理区	生存日数		
			平均	最長	最短
1	雌	処理区	68.9 ± 19.5	104	36
		対照区	>122.4	>171	27
	雄	処理区	62.4 ± 16.7	85	29
		対照区	84.4 ± 34.7	126	20
	♂	処理区	65.5 ± 11.9	87	50
		対照区	90.1 ± 22.7	128	40
0.5	♀	処理区	45.1 ± 16.4	68	19
		対照区	56.0 ± 35.3	111	8
	♂	処理区	36.0 ± 20.4	82	8
		対照区	52.1 ± 17.8	82	27

試験容器内の平均温度:

1ppm: 処理区 28.3℃、対照区 27.5℃  
0.5ppm: 処理区 24.7℃、対照区 24.5℃

表-2 オゾン処理区と対照区でのチャバネゴキブリの卵鞘産出数と孵化状況

設定オゾン濃度 (ppm)	性別	卵鞘産出数*1	孵化卵鞘数	孵化卵鞘率(%) *2	合計	孵化卵鞘1個当たりの	
					卵鞘数	平均孵化卵鞘数	
1	雌	処理区	11 (17)	3	27.3 (17.6)	86	28.7 ± 4.0
		対照区	33 (35)	31	93.9 (91.4)	940	30.3 ± 5.7
	雄	処理区	14 (19)	8	57.1 (42.1)	197	24.6 ± 3.0
		対照区	24 (28)	20	83.3 (71.4)	530	26.5 ± 6.0
0.5	雌	18 (19)	2	11.1 (10.5)	51	25.5	
	雄	21 (23)	11	52.4 (47.8)	290	26.5 ± 7.4	

\*1: 供試雌10匹の産下卵鞘(尾端から離れたもの)の合計数で、( )内は孵化しない卵鞘を付けたまま死亡した個体の卵鞘も加えた数

\*2: ( )内は卵鞘を付けたまま死亡した個体の卵鞘も加えて算出した孵化卵鞘率

では、実験開始から10日間ぐらい、集中的に孵化しない卵鞘を産出する雌がみられた。これは、この試験区では、羽化後1か月の間、全く交尾させていない雌を使用したために、初期の産出卵に未受精のものが多かったことによるのかもしれない。

(4) 孵化卵鞘率 (表2参照)

未抱卵雌、抱卵雌のいずれが産出した卵鞘の場合でも、オゾン処理区では孵化率がかなり低下する。1ppm 処理区の未抱卵雌では、対照区の1/3以下、抱卵雌で2/3程度、0.5ppm処理区(開始時未交尾雌)では、1/5程度であった。抱卵雌の産出した卵鞘の場合は、未抱卵雌の場合よりも、処理区での孵化率が高い傾向がみられた。

孵化しない卵鞘をもったまま死亡する個体が処理区で多く認められたので、それも産出卵鞘として算出すると、対照区と処理区の孵化卵鞘率の差はさらに大きくなる。

(5) 孵化幼虫数 (表2参照)

いずれの実験区においても、孵化した卵鞘1個当りの孵化幼虫数は、処理区と対照区間の差は認められなかった。しかし、3)に示したように、処理区では孵化する卵鞘の産出数が少ないので、それぞれの実験区における対照区に対する処理区の総孵化幼虫数は、オゾン処理区では、対照区に比べて少なく、オゾン1ppm 処理区では、試験開始時に未抱卵だった雌で、対照区の1/10以下、抱卵雌では約1/3、また、0.5ppm区では、約1/5であった。

開始時に抱卵していた雌では、孵化幼虫数ははじめとして、孵化卵鞘数、孵化卵鞘の割合が未抱卵雌よりも大きかった。これは、ある程度卵鞘が形成されていた場合には、オゾンに暴露されても、その影響が少ないことを示唆しているのかもしれない。

(6) 卵鞘の形状 (写真1参照)

オゾン処理区の子ゴキブリが産出した卵鞘は、孵化した卵鞘(No.4)と比べて、明らかに形状が異常であるものが多く(No.1,2)、また、突出時には外見的には正常でも、時間が経過するにつれて、No.3の卵鞘のような状態になってしまい、結局孵化しないものもみられた。なお、対照区でも、処理区と同じような異常卵鞘がわずかに観察された。

(7) 生存日数と孵化卵鞘産出期間の関係

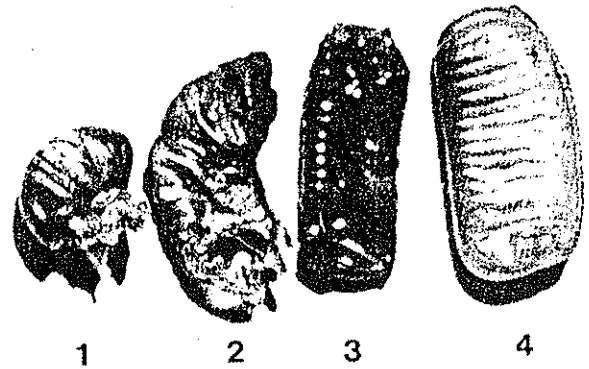


写真-1 試験時にチャバネゴキブリが産出した卵鞘  
No.1~3: 孵化しないまま尾端から離れた卵鞘  
4: 孵化卵鞘

個別飼育を行っていないので詳細は明らかではないが、最も長く生きた個体が最後の産卵をしたと仮定すると、1ppm 処理区では、死亡する約2か月前から孵化する卵鞘を産まなくなるのに対し、対照区では死亡する約20日前まで孵化する卵鞘を産んでいることになる(表1および表3参照)。また、平均生存日数でみると対照区では孵化卵鞘産出期間が平均生存日数を上回っているのに対し、オゾン処理区ではかなり下回っていた。それぞれの雌が何個の孵化卵鞘を、いつまで産生したかは不明だが、この最長生存日数や平均生存日数と孵化卵鞘産出期間の関係から、1ppmのオゾン処理区では孵化卵鞘の産出期間がかなり短くなると思われる。

0.5ppm 処理区では1ppm 処理区のような顕著な傾向はみられなかったが、これは、前述のように実験の後半の約1か月間、試験容器内の温度が20~23℃と低かったことによると思われる。

表-3 オゾン処理区と対照区における  
孵化卵鞘産出期間

設定オゾン濃度 (ppm)	孵化卵鞘産出期間		
		処理区	対照区
1	開始時未抱卵♀	33 ~ 40日	8日間
		33 ~ 159	127
	開始時抱卵♀	2 ~ 33	32
		15 ~ 112	98
0.5	開始時未交尾♀	37 ~ 45	9
		19 ~ 72	54

## (8) 幼虫の羽化率

0.5ppm のオゾンが存在する空气中で飼育した幼虫の羽化率は、対照区が88%であったのに対して40%であり、1/2以下であった。また、処理区で羽化した幼虫の1齢から羽化までの所要日数は、対照区に比べて、若干長くなるように思われた。

表-4 0.5ppm のオゾン処理区および  
チャバネゴキブリ幼虫の羽化率

	供試数	羽化数	羽化所要日数*	羽化率 (%)
処理区	25	♂ 6	53~85	40.0
		♀ 4	69~73	
対照区	25	♂ 11	53~63	88.0
		♀ 11	46~66	

\*: 孵化直後の1齢幼虫が羽化するまでに要した日数  
飼育容器内の平均温度: 処理区 24.7℃, 対照区 24.5℃

チャバネゴキブリに対するオゾンの影響についてのメカニズムは明らかではないが、下記のような理由から、細胞分裂が活発な時期にオゾンが作用していることが推測された。なお、細菌などでは、オゾン存在下で細胞膜が破裂したり、分解を起こすとされている(内藤、1990)。

- ① オゾン処理区のコキブリが産出した卵鞘は、写真1に示したように、形態的に明らかに異常であること。
- ② オゾン処理区で飼育した幼虫では、生育途中での死亡率が高いこと。
- ③ オゾン処理区でも成虫の寿命はあまり影響を受けないこと。
- ④ 暴露開始時に卵鞘が突出してしまっている場合には、正常に孵化するものが多いこと。

以上のように、オゾンが1または0.5ppm程度存在する環境下では、産卵数やその孵化率、幼虫の羽化率がかなり低下し、チャバネゴキブリの増殖性がかなり低下することが示唆されたが、防除に応用する場合の今後の検討課題として、

- ① 個別飼育による産卵期間や間隔、産卵数の把握
- ② 今回実施した濃度が、人が常駐する場所における空气中のオゾンの許容濃度とされる0.1ppm よりもかなり高い濃度なので、さらに

## 低濃度での検討

- ③ 間欠処理、すなわち、実際の使用場面に即して、夜間のみまたは6時間程度のオゾン処理(短時間継続処理)による効果および有効濃度の検討  
などが必要と思われる。

## 5. まとめ

オゾン発生機を取り付けることにより、ゴキブリの個体数が減少することの理由を明らかにするために、オゾンが混入した空气中でチャバネゴキブリを飼育し、種々の観察を行った。

オゾンが1または0.5ppm混入した空気にチャバネゴキブリを連続的に暴露した結果、その卵鞘産出数、卵鞘の孵化率、幼虫の羽化率は顕著に低下した。しかし、成虫の寿命、孵化した卵鞘1個当りの孵化幼虫数は、ほとんど影響を受けないように思われた。

## 参考文献

- 電気学会オゾンマイザ専門委員会編(1960): オゾンマイザハンドブック, コロナ社, 東京: 397pp
- 内藤茂三(1990): 食品工場のサニテーションへのオゾン殺菌システムの導入, 環境管理技術, 8: 72-84
- 岡本紀久(1981): 4種のゴキブリ集合フェロモンに対する紫外線およびオゾンの失活効果, 衛生動物, 32: 29-36
- 岡本紀久(1987): オゾンによるゴキブリ防除実験の1例, 衛生動物, 38: 153