

# 天蚕繭の安定生産技術

## 第6報 岩手県における天蚕の微粒子病病原感染状況

橋元 進・鈴木繁実・高橋 司・大津満朗

天蚕の病害には家蚕と同様に微粒子病、核多角体病、軟化病、硬化病などがある。このうち病原(微孢子虫)が卵を経由して次代に伝達される微粒子病は核多角体病と並び、過去に壊滅的な被害をもたらした病害として知られている。当時の天蚕卵製造業者が行った母蛾検査成績によると、1913～1922年と1928～1932年の15年間の感染率は28.03～79.17%<sup>2)</sup>と極めて高いものであった。また、最近天蚕飼育が試みられている全国各地においても地域により高率の感染が見いだされており、被害発生が懸念されている。岩手県では天蚕繭の生産体制が次第に整いつつあり、生産現場での採卵、飼育規模が拡大する方向にあることから、微粒子病の予防は天蚕繭の安定生産を図る上で極めて重要な技術対策であり、今後本病の予防対策を確実に実施しなければならない。本報では、岩手県内の天蚕への微粒子病病原感染状況や検出された病原の性状をいくつか調査するとともに、能率的な母蛾検査法について検討したので報告する。

### 材料と方法

#### 1. 天蚕への微粒子病病原の感染状況

天蚕への微粒子病病原の感染状況調査には1992年に水沢市、一戸町、住田町の3ヶ所で採卵に用いられた雌蛾と、住田町で飼育した天蚕の中で、結繭後羽化せずに繭中で死亡した個体を供試した。微粒子病病原への感染の有無は、家蚕の微粒子病母蛾検査法に準じ、採卵後乾燥(80℃数時間)保存した蛾の腹部の2分の1をもぎとり、2%水酸化カリウム溶液で磨砕して標本を作成し、600倍で検鏡し、病原孢子が検出されたものを感染個体として調査した。繭中で死亡した天蚕についても同様の方法で調査した。供試蛾数は水沢市での採卵蛾が1,092頭、一戸町での採卵蛾が351頭、住田町での採卵蛾が91頭、繭中死亡個体が31頭である。

#### 2. 経卵感染の調査

検出された微粒子病病原の卵への感染程度を調査するため、病原感染蛾が産下した卵を母蛾への感染程度別に100粒ずつ供試し、卵内胚子の磨砕液を検鏡した。

#### 3. 罹病幼虫の病徴と病気の伝染調査

感染蛾が産下した卵から孵化した幼虫を人工飼料育し、死亡齢期の調査、外部病徴、内部病徴の観察を行った。また、感染卵から孵化した幼虫と健全な幼虫を混合飼育し、病徴発現個体数を調査した。

### 結 果

#### 1. 天蚕への微粒子病病原の感染状況

採卵に用いた天蚕母蛾の微粒子病病原感染状況を表1に示した。各飼育場所とも微粒子病病原に感染していない卵から孵化した幼虫を飼育した結果、放飼頭数に対する結繭率は水沢市が86%、一戸町が75%、住田町が80%といずれも75%以上で、飼育期間中の病蚕発生は少なく、作柄は良好で

あった。採卵に用いた天蚕母蛾の微粒子病病原感染率は水沢市が3.0%、一戸町が13.1%、住田町が20.9%と、飼育場所によって大きな差があった。

表1 採卵用天蚕の母蛾検査による微粒子病病原感染状況

(1992)

飼育場所	結繭率 (%)	母蛾検査頭数 (頭)	病原孢子 検出頭数 (頭)	病原感染率 (%)	感染程度別頭数		
					+	+	+
水 沢 市	86	1092	33	3.0	1	8	24
一 戸 町	75	351	46	13.1	(欠 調)		
住 田 町	80	91	19	20.9	0	8	11

注) 1) 感染程度+ : 1視野に病原孢子50個以下検出  
 + 51~200個検出  
 + 201個以上検出

2) 供試天蚕は無毒卵を用い、孵化後人工飼料育し2齢3日目以降に野外飼育林に放飼

顕微鏡1視野(600倍)に観察される病原孢子数は、少ない場合には平均10個程度、多い場合には平均200個以上と検査個体によって大きな開きがあったが、平均200個以上の病原孢子が観察される個体が各飼育場所とも最も多く見られ、50個以下の個体は極めて少なかった。

繭中で死亡した天蚕の微粒子病病原感染状況は表2に示したように、調査31頭のうち24頭で病原孢子が検出され、かなり高い感染率であった。この場合も顕微鏡1視野に観察される病原孢子数が平均200個以上の個体が最も多かった。

これらの調査で検出された病原孢子は、長径3.7 $\mu$ m、短径1.8 $\mu$ m程度の楕円形で、家蚕の微粒子病病原 *Nosema bombycis* の孢子に比べ細長い形態であった。

表2 繭中で死亡した天蚕の微粒子病病原感染状況

(1992)

調査頭数 (頭)	病原感染頭数 (頭)	病原感染率 (%)	感染程度別頭数		
			+	+	+
31	24	77.4	1	6	17

## 2. 経卵感染状況

表3に示したように、顕微鏡1視野に平均200個以上の病原胞子が観察された個体、平均150個の病原胞子が観察された個体、平均15個の病原胞子が観察された個体のそれぞれが産下した卵から取り出した胚子の磨砕液を検鏡したところ、病原胞子が200個以上観察された個体では100%、150個観察された個体では82%、15個観察された個体では10%の卵で病原胞子が検出され、母蛾への病原感染程度により異なるが、本病原の経卵感染が認められた。

表3 微粒子病病原の感染程度と経卵感染率

(1992)

母蛾への寄生程度 (1視野検出胞子数)	調査卵数	経卵感染の有無	
		—	+
200以上	100	0	100
150	100	18	82
15	100	90	10

## 3. 罹病幼虫の病徴と病気の伝染

病原感染卵(顕微鏡1視野に平均200個以上の病原胞子が観察された母蛾が産下した卵)から孵化した幼虫を人工飼料育したところ、表4に示したように、1齢期から死亡する個体が現れ、供試幼虫はすべて4齢に到達せずに死亡した。死亡幼虫からはいずれも病原胞子が検出され、特に2齢および3齢で死亡した個体では多数の病原胞子が観察された。これらの個体は健全幼虫に比べ発育が遅れ、3齢期で死亡した個体では体表面に明瞭な黒斑が認められた。

表4 経卵感染した天蚕幼虫の死亡齢期 (1992)

区	供試頭数	死亡齢期と感染程度			
		1 齢	2 齢	3 齢	4 齢
非感染卵孵化幼虫	20	2(-)	0	0	0
感染卵孵化幼虫-1	20	1(+)	4(卅)	15(卅)	
-2	20	2(+)	1(卅)	17(卅)	

注) 感染程度の表示は表1と同じ

病原感染卵から孵化した幼虫と健全な幼虫を、人工飼料で孵化後4齢まで同一容器内で混合飼育(供試20頭中に含まれる感染幼虫数を1頭、2頭、5頭、10頭とした4区)した場合の病蚕発現状況を表5に示した。供試幼虫のうち5齢まで生存した個体数は、孵化時の飼育集団内に含まれる病原感染幼虫が多いほど少なかった。また、3齢期以降に死亡した個体で病原に感染していたもののほとんどが濃厚感染であった。感染幼虫は4齢以降にも出現し、飼育中に確認された罹病幼虫数は各区とも孵化時の感染幼虫数を上回った。

体表面に明瞭な黒斑を形成し5齢期に死亡した個体を解剖したところ、中腸内容物がほとんど失われていた。また脂肪体から多量の病原孢子が検出された。

表5 経卵感染幼虫と非経卵感染幼虫を混合飼育した場合の死亡齢期と感染程度

供試頭数	区	感染程度	齢期別死亡頭数				
			1 齢	2 齢	3 齢	4 齢	5 齢
感染幼虫 1 非感染幼虫19	A	— 十 廿 卅	4				(11)
	B	— 十 廿 卅	2		1	3	(1)
感染幼虫 2 非感染幼虫18	A	— 十 廿 卅	1	1	1	2	(10)
	B	— 十 廿 卅	2		3	1	(1)
感染幼虫 5 非感染幼虫15	A	— 十 廿 卅	3	1			(1)
	B	— 十 廿 卅	1	1	4	(2)	(7)
感染幼虫 10 非感染幼虫10	A	— 十 廿 卅	2	2			(5)
	B	— 十 廿 卅	3		1	7	(2)
感染幼虫 10 非感染幼虫10	A	— 十 廿 卅	1	1			(1)
	B	— 十 廿 卅	2	1	7	1,(1)	1,(4)
感染幼虫 10 非感染幼虫10	A	— 十 廿 卅	1		1		(1)
	B	— 十 廿 卅	1	2	2	7	1,(3)
				2	7	1,(3)	(2)

注) 1) 試験は2連制で行い、供試幼虫は人工飼料で孵化後4齢まで区別に集団飼育し、5齢起蚕から個体飼育した。

2) ( )内は孵化後37日目の時点で生存していた個体数で、外部病徴が発現しているものを卅、外部病徴が認められないものを—として示した。

3) 感染程度の表示は表1と同じ。

## 考 察

天蚕の病害に関する研究は家蚕の病害に関する膨大な研究に比べると極めて少ない。これは天蚕飼育の試みが多くなってきたのは最近10年以内のことであり、過去においても長野県、茨城県のほか栃木県、埼玉県、富山県の一部での飼育に限られ<sup>2)</sup>、広く各地に普及されることがなかったことによると思われる。200年以上の天蚕飼育の歴史がある長野県有明地方で壊滅的な被害が記録されている天蚕の主要病害は、微粒子病と核多角体病であったようであり、これらは現在でも最も警戒しなければならない病害である。特に微粒子病は感染経路が経口感染による母体感染で、卵を経由して次代の作柄に大きく影響するので、採卵用の天蚕では飼育から採卵までの一連の過程で徹底して病原を排除しなければならない。

母蛾検査で確認された天蚕の微粒子病病原への感染率は、1913～1922年と1928～1932年の15年間では28.03～79.17% (長野県南北安曇郡天蚕柞蚕同業組合調査)<sup>3)</sup>と極めて高いものであった。また、1977～1980年の調査では長野県松本地区で0～16%、中部地区11ヶ所では8～44%と年や地区によって差異がみられている<sup>4)</sup>。本試験で実施した母蛾検査による3地区の感染状況調査では3.0～20.9%の感染率で、地域により感染状況に差異があった。3地区とも飼育した天蚕は病原感染を受けていない卵から孵化した幼虫を用いているので、地区による感染率の違いは、それぞれの野外飼育場所での病原の密度が反映されたものと考えられる。従って、今後感染防止を図るには野外飼育場所の病原密度を低下させなければならない。愛媛県で行われた毎年病原感染を受けていない幼虫を放飼した同一飼育場所での調査によると、1988～1991年の4年間の感染率は33.7%、11.4%、6.5%、2.1%と年を追って低下しており<sup>5)</sup>、これは飼育場所での病原密度が次第に低下したことを表している。微粒子病病原の野外での天蚕への感染経路については野外昆虫の関与などが想定されるがほとんど解明されておらず、現状では感染を確実に防ぐことは困難だと思われるが、採卵用天蚕については、他の天蚕飼育林からある程度隔離された場所で、病原感染を受けていない幼虫だけを飼育することにより感染率をかなり低下させることができると考えられる。

最近の調査によると天蚕の微粒子病病原は3種確認されている<sup>6)</sup>。このうち胞子の長径が $3.7 \pm 0.22 \mu\text{m}$ 、短径が $1.8 \pm 0.11 \mu\text{m}$ の胞子形態をもつ微胞子虫(長卵円形型微胞子虫)は経卵感染率が高く、経卵感染した幼虫のほとんどが3齢期までに死亡するなど、極めて強い病原性を持っている。また、感染幼虫は発育が遅れ、重症のものは体表面に明瞭な黒斑を形成する外部病徴を呈する。本調査で見いだされた微粒子病病原は胞子の形態が長径 $3.7 \mu\text{m}$ 、短径 $1.8 \mu\text{m}$ 程度の楕円形で、経卵感染が高く、経卵感染幼虫は4齢期に到達せずに死亡したこと、感染幼虫の体表面に明瞭な黒斑が現れる外部病徴を示したことなどの性状から、長卵円形型の微胞子虫と同様のタイプの病原と思われる。

微粒子病の発病は、経卵感染した個体は稚蚕期から、経口感染したものは病原が取り込まれた時期によって発育時期を問わず発病すると言われている<sup>7)</sup>。岩手県での天蚕飼育は、孵化後2齢3日目まで容器内で人工飼料による集団飼育を行っており、飼育集団の中に感染幼虫が混入していた場合、感染源となり、感染幼虫の糞などに含まれた病原胞子が他個体に取り込まれて伝染し、集団違作を引き起こす危険がある。このため実験的に感染源としての感染幼虫を混入させて集団飼育した結果、罹病幼虫数は混入した感染幼虫数を上回り、4、5齢期に発病する個体が認められたことから、本病原は人工飼育での集団飼育時期に容易に伝染拡大することが明らかであり、本病を確実に防除するには、徹底した母蛾検査による病原の排除が極めて重要と考えられた。

天蚕の微粒子病母蛾検査は家蚕での母蛾検査法に準じて行える。しかし、天蚕は羽化期間が長期にわたることや、交尾率が交配時の環境に大きな影響を受けることなど<sup>3)</sup>、採卵効率を低下させる要因が多く、家蚕のような卵の大量生産が難しいので、微粒子病母蛾検査にあたっては病原感染卵だけを的確に除去できる方法で行う必要がある。このため採卵は複数の個体が産下した卵が混合しないように個体別に行い、病原に感染していた個体が産下した卵を的確に除去できるようにしておかなければならない。従って、母蛾検査を個体検査で行うのが最も確実な防除法となるが、検査には時間がかかるので検査能率を向上するためには集団検査も考慮しなければならない。集団検査では、病原孢子が検出された場合、その集団について改めて個体検査を行わなければならないので、検査回数は、検査対象母蛾集団の病原感染率と1回の集団検査に用いる母蛾頭数に応じて変動する。検査対象母蛾集団の病原感染率から集団検査と個体検査を併用した場合の検査回数を算出すると、最多検査回数は $n/x + rnx/100$  ( $n$ : 検査対象母蛾の総数、 $x$ : 集団検査供用頭数、 $r$ : 病原感染率) で表される(表6)。各地での病原感染状況の調査結果からみても感染率は高い場合が多く、母蛾検査には時間や労力を要することになるが、簡易で確実に感染を予防する方法が確立されていない現状では、ここで述べたような集団検査と個体検査を併用した検査法によって病原感染卵を除去することが微粒子病防除に最も重要であると考えられる。

表6 微粒子病病原感染率から算出した母蛾検査回数

x	r									
	1%	2%	3%	4%	5%	9%	10%	15%	20%	25%
2	0.520n	0.540n	0.560n	0.580n	0.600n	0.680n	0.700n	0.800n	0.900n	1.000n
3	0.363n	0.393n	0.423n	0.453n	0.483n	0.603n	0.633n	0.783n	0.933n	
4	0.290n	0.330n	0.370n	0.410n	0.450n	0.610n	0.650n	0.850n		
5	0.250n	0.300n	0.350n	0.400n	0.450n	0.650n	0.700n	0.950n		
6	0.227n	0.287n	0.347n	0.407n	0.467n	0.707n	0.767n			
7	0.213n	0.283n	0.353n	0.423n	0.493n	0.773n	0.843n			
8	0.205n	0.285n	0.365n	0.445n	0.525n	0.845n	0.925n			
9	0.201n	0.291n	0.381n	0.471n	0.561n	0.921n				
10	0.200n	0.300n	0.400n	0.500n	0.600n	1.000n				

$$\text{最多検査回数} = \frac{n}{x} + \frac{r}{100} nx$$

$n$ : 検査対象蛾の総数  
 $x$ : 集団検査供用頭数  
 $r$ : 微粒子病病原感染率

表の見方:  $n=1000$ 頭の場合、感染率が4%であれば、1回の集団検査に用いる母蛾数を5頭にすると総検査回数は400回を越えない。

## 摘 要

岩手県内の天蚕への微粒子病病原感染状況と検出された病原の性状を調査し、次の結果を得た。

1. 岩手県内3ヶ所で飼育された採卵用天蚕の微粒子病病原感染状況を母蛾検査法で調査したところ、感染率は3.0~20.9%で、飼育場所によって大きな差があった。
2. 検出された病原は1種で、その胞子は直径3.7 $\mu$ m、短径1.8 $\mu$ m程度の楕円形で、家蚕の微粒子病病原 *Nosema bombycis* の胞子に比べ細長い形態であった。
3. 本病原は母蛾への感染程度により異なるが経卵感染が認められた。
4. 本病原に感染した卵から孵化した幼虫は4齢に到達せず死亡し、罹病幼虫の体表面には明瞭な黒斑が認められた。
5. 微粒子病母蛾検査の能率向上について考察した。

## 文 献

- 1) 赤井 弘・栗林茂治 (1990): 天蚕、サイエンスハウス、東京
- 2) 赤沼治男 (1934): 最新天蚕及柞蚕論、蚕業新報社、東京
- 3) 橋元 進 (1992): 岩手県蚕試要報、15,52-55
- 4) 密田和彦 (1992): 平成3年度天蚕の性状及び飼育に関する研究会シンポジウム資料