

省エネルギー対応の育蚕技術

阿部信治・及川 諭[※]・菊池次男・河端常信^{※※}

蚕は高度に家畜化された生物であり、その生育は人間の管理下にある。反面、蚕の能力を引き出すためには生育環境をコントロールしなければならない。養蚕経営を考えると生産スケジュールは重要な管理事項である。

蚕の発育速度は温度・摂食量・光等により左右されるが、変温動物である蚕の代謝速度は温度管理に大きく依存している。

現在、蚕舎の暖房方法として化石燃料を燃焼させて得た熱源を用いるのが一般的である。化石燃料としては石油が最も広く用いられており、光熱動力及び諸材料費として繭生産費に占める割合は2.6%（1980年、岩手県¹⁾）である。しかし、この費目の近年の上昇は著しく1975年対費で195%に増加している。従って、光熱動力費を節減する省エネルギーは繭生産費の低減に大きな役割を果すと考えられる。

省エネルギーの進め方としてはエネルギーの利用効率を高めること、使用者にとって有利なエネルギー源を用いることの2つがあろう。本報告では前者の試みとしてポリフィルムによる蚕座被覆暖房法を、後者として発酵熱利用蚕座、およびマキ暖房法を取り上げた。

I ポリフィルム吊り下げ被覆蚕座における暖房効率向上について 材料と方法

被覆暖房区として鉄骨簡易蚕舎（5.4m×18m）内に地上1.5mの高さからポリフィルム（0.07mm厚）により被覆した蚕座を設置した（図1）。さらに、温風暖房機の送風ダクト、および温度調節器を被覆内に導き、22℃を維持するように暖房した。被覆暖房は原則として夜間に行い、日中は被覆を開放した。

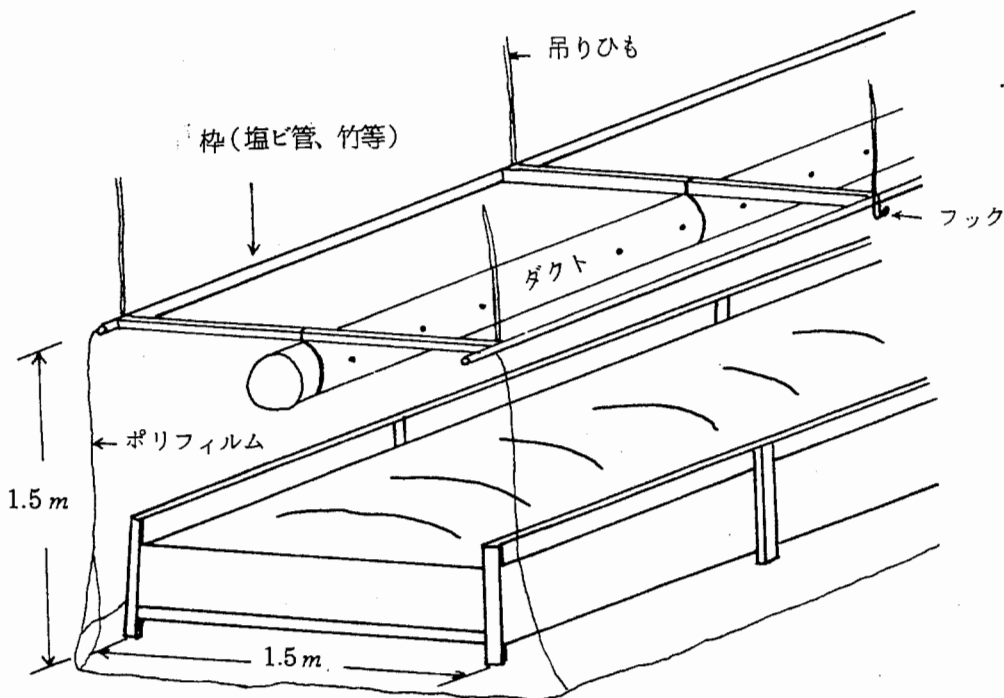


図1 ポリフィルム吊り下げ法

※現宮古蚕業指導所 ※※現岩手県蚕糸課

飼育対照区として被覆を行わない蚕座を被覆区と同一蚕舎内に設けた。飼育対照区の暖房は被覆区で使用している暖房機から得た。

蚕舎全体を暖房した場合の燃料消費量は上ぞく後、被覆を撤去して暖房を行った時の燃料消費量から算出した。

結果および考察

被覆暖房を行った結果、サーモスタットの断続周期が短くなり、暖房対象空間が縮小限定したことを示した。また、暖房機に接続した温度調節器により、夜間でも被覆内の温度は一定であった。暖房機の燃料消費は外気温の状態によって異なることから、被覆内温度1℃上昇に必要な燃料消費量を求めた。その結果、単位温度上昇に必要な被覆暖房区の燃料消費量は蚕舎全体を暖房対象とする場合の約半分であった(表1)。

表1. ポリフィルム被覆内暖房における燃料消費量

区 分	平均温度 ℃	外 気 温 との 差 ℃	灯 油 消 費 量 l	暖 房 機 運 転		灯 油 消 費 料		1℃上昇に 必要な燃料 消 費 量 l
				時 間 hr	回 数 回	1時間 l	1 回 l	
蚕舎全体暖房	21.2	4.6	90.0	82.5	199	1.09	0.45	0.24
被 覆 暖 房	23.3	5.2	89.5	134.0	174	0.67	0.51	0.13

飼育対照区の暖房は被覆区暖房内温度により制御した暖房機を用い、開放系で行った。そのため飼育対照区の飼育温度は被覆暖房区より低くなり、飼育経過は被覆暖房区より延長した(表2)。その他の飼育成績では差がなかった。繭質および繰糸成績は被覆暖房区が良好であった(表3)。

表2 ポリフィルム被覆内での飼育成績

区 別	経 過 日 数 日 時	減 蚕 歩 合 %	収繭量(1万頭当り) kg
飼 育 対 照	13. 19	4.2	16.4
被 覆	13. 14	5.1	16.4

表3 ポリフィルム被覆内飼育蚕の繭質

区 別	繭 重 g	繭 層 量 cg	繭 層 歩 合 %	生糸量歩合 %	繭 糸 長 m	解 じ ょ 率 %
飼 育 対 照	1.81	40.5	23.4	18.45	1031	90
被 覆	1.83	43.9	24.0	18.83	1088	85

被覆暖房区における被覆内環境は開放系の飼育対照区よりやや多湿状態であった。しかし、蚕への影響は認められず、また不良ガスの蓄積についても送風機から、常に、新鮮空気の供給があり問題とならなかった。

蚕舎を上ぞく室として兼用する場合、被覆装置の撤去は簡便でなければならない。本試験で用いた装置は

枠組みを使いフィルムを吊り下げる方法であり、短時間に設置・撤去することができた。その後、当场では枠組みに必要な資材の節減を検討し、さらに簡便な方法により被覆暖房を実施している（図2）。

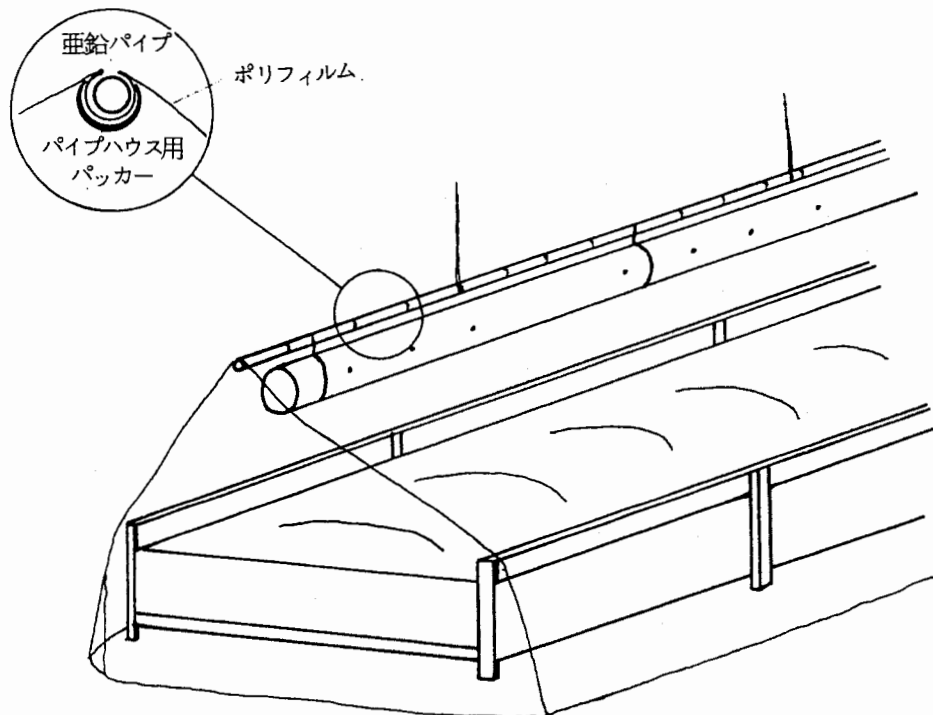


図2 ポリフィルム吊り下げ法（改良型）

従来の暖房法は蚕舎全体を対象とし、実際に不用な部分までも暖房を行い、かなりの熱エネルギーを無駄にしている。本試験では暖房対象空間を限定し、暖房効率の向上を試みた。暖房に要する燃料は対象空間に比例するが、本試験の場合、対象空間比30%に対し消費燃料比50%であった。これはフィルムからの熱の伝導、および被覆下部からの熱の放出によるためと考えられる。

Ⅱ 発酵熱を利用した蚕座加温効果

材料と方法

蚕座下部に細断した廃条を材料とする発酵素材を堆積し、その発酵熱を利用して蚕座加温を図った。

試験区は蚕座（巾1.5 m）の側面をベニヤ合板で囲い、その内側にエアークャップを張り発酵素材を堆積した。発酵促進と発酵時に生ずる臭気を除去するため、通気管を蚕座の長さ1.8 mに1本ずつ設置した。通気管は直径6.5 cmの暗きょ排水用管を用いた。

発酵素材は前蚕期の廃条を配蚕1～2日前にカッターを用いて12 mm以下の長さに細断し、蚕座1 m²当たり65 kgを約20 cmの厚さに堆積した。堆積後、発酵素材表面にエアークャップを敷き蚕座床面とした。

対照区蚕座は発酵素材だけを除き、試験区蚕座と同様に作成した。

飼育試験はこれらの蚕座を同一アルミハウス内に設置し、1日2回給桑の条桑育により行った。

結果および考察

蚕座下部に堆積した発酵素材は堆積後1日目から発熱を開始した。発熱は30℃付近から上昇を始め、13日目に40℃に達し、以後は下降した。この期間中、外気温は20℃以下であり、対照蚕座温度は外気温とともに推移し20℃前後であった。発酵熱利用蚕座温度は対照蚕座より2℃程高い温度状態を維持した（図3）。

このため発酵熱利用蚕座区の蚕の4～5齢経過は対照区より約4日短縮した。また、発酵熱利用蚕座で飼育した蚕の繭質は対照区のそれと同程度であった(表4・5)。

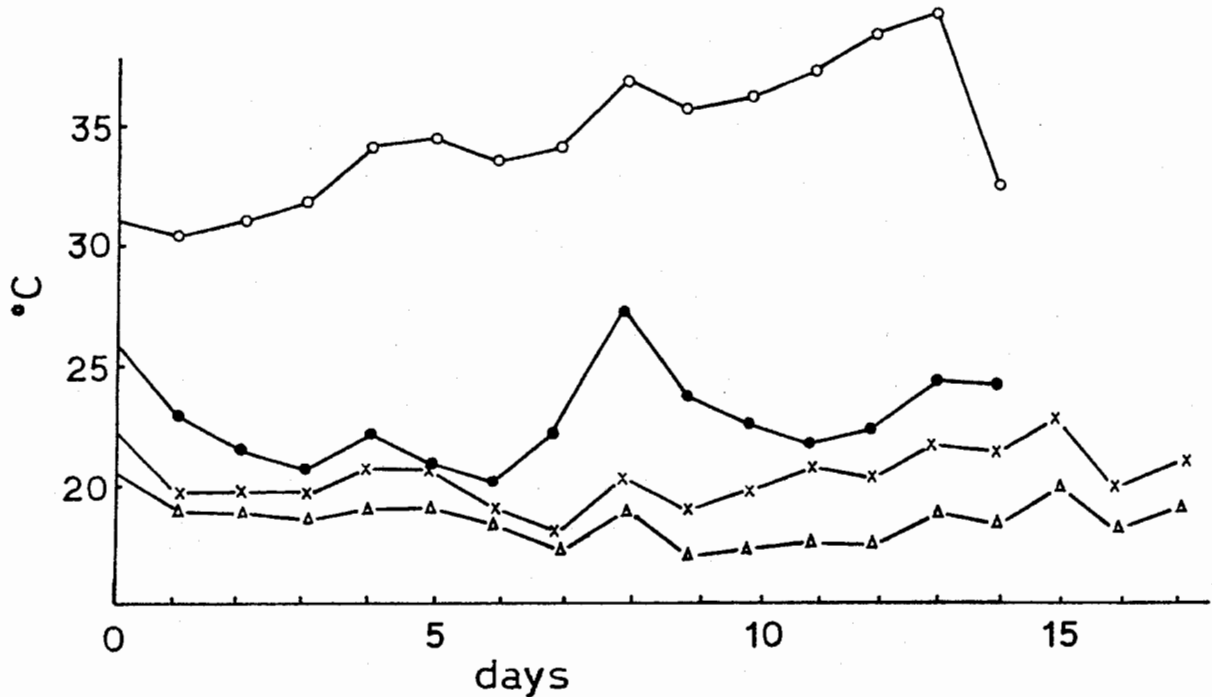


図3 発酵熱蚕座の温度推移、○：発酵素材中、●：発酵熱蚕座、×：対照蚕座、△：気温

表4 発酵熱利用蚕座における飼育成績

区 別	4～5 齢経過 日 時	蚕 座 温 度		減 蚕 歩 合 %	箱 当 り 収 繭 量 kg
		4 齢 °C	5 齢 °C		
対 照 区	17. 22	19. 7	20. 4	5. 0	34. 4
試 験 区	14. 04	21. 8	23. 0	3. 1	33. 6

表5 発酵熱利用蚕座飼育蚕の繭質

区 別	繭 重 g	繭 層 重 cg	繭 層 歩 合 %	生 糸 量 歩 合 %	繭 糸 長 m	解 じ ょ 率 %
対 照 区	1. 94	42. 0	21. 6	16. 76	1068	92
試 験 区	1. 84	40. 6	22. 1	16. 98	1033	85

発酵素材の発熱持続期間は14日以上であり、これは蚕の4～5齢飼育期間をカバーできた。

本試験では発酵装置を直接蚕座下部に設置した。この方法は設備費の軽減に有利であるが発生した熱の相当量が飛散していると考えられる。発酵装置を独立して設置した場合には集中した発酵熱を得ることができ

る。その場合の発酵持続期間も本試験と同程度であった。²⁾

本試験では発酵素材として廃条チップを65 kg/m²用いた。この場合、発酵熱利用蚕座を設置するにはその3倍量の飼育から生ずる廃条が必要となる。従って、本法での飼育は全飼育量の3分の1程度とするのが適当である。また、使用済発酵素材は飼育終了後、推肥として桑園に還元し有効利用を図ることができた。

Ⅲ マキ加温機における燃料費の経済効果

材料と方法

シタケ乾燥用として市販されている灯油点火式マキ加温機を用いて、簡易蚕室での暖房効果と経済性について検討した。

M社勢マキ加温機を136.1 m² (21.6 m × 6.3 m) の鉄骨ビニール並板張り蚕室内に設置し、晩秋蚕期に4～5齢期間、蚕を飼育した。暖房は上ぞく後4日目までの19日間行った。暖房法としてマキ加温機から延ばした2本のポリダクト(21 m)に1.5 m間隔に直径1 cmの穴をあけ、蚕室内の均一な温度分布を図った。

この暖房機は燃料として灯油とマキを併用し、設定温度以下に気温が低下した時に灯油バーナーが作動する構造となっている。燃料のマキは製材時に生じた廃材を1日当たり120 kg用い、設定温度は22℃とした。

結果および考察

マキ燃焼時の平均外気温は16℃であった。蚕室内の平均温度は24.3℃(最高27.5℃、最低22.0℃)であった。マキ燃焼後、灯油燃焼に切り換った後はサーモスタットの作動により平均温度22.5℃(最高24.0℃、最低20.5℃)を維持した。蚕室内の温度分布は暖房機からの距離により2℃の温度差があり、暖房機側が高温であった。

19日間の燃量消費量は灯油161 l、マキ2,280 kgであり1日平均のマキ燃焼時間は8.3時間、灯油燃焼時間は5.4時間であった。この結果、灯油247.5 lが節減された。

1蚕期の蚕室暖房にかかる費用を灯油ボイラーと比較した(表5)。マキ加温機本体の価格は灯油ボイラーと比較して高価であるが、燃料費が大巾に節減され原価償却費を含めて10,541円のコスト減となった(表6)。また、木質燃料は農家が廃木・廃ホダ等を自給できる場合もあるので、さらにコスト減を図ることも可能である。

以上から、暖房用ボイラー新設または更新時におけるマキ加温機の導入は経済的に有利であると考えられる。

表6 マキ加温機と灯油ボイラーの費用比較

区 別	価 格	耐用年数	年 償 却 費	使用回数(年)	蚕期当り償却費
マキ加温機	380,000 円	6 年	63,330 円	3 回	21,110 円
灯油ボイラー	195,000	6	32,500	3	10,830

表7 マキ加温機と灯油ボイラーの経済性比較

区 別	燃 料 費		諸 経 費	費 用 計	償 却 費	費用+償却費
	灯 油	マ キ				
マキ加温機	16,100 円	2,012 円	1,917 円	20,029 円	21,110 円	41,139 円
灯油ボイラー	40,850			40,850	10,830	51,680

a) 灯油1,800円/18l、マキ600円/680kg、マキ運送費500円、人件費500円/時間とした。

摘 要

省エネルギー暖房法としてポリフィルムによる蚕座被覆暖房、発酵熱を利用した蚕座加温およびマキ暖房を取り上げ暖房効果と経済性について検討した。

- (1) 蚕座をとりまく最小限の空間をポリフィルムで被覆して暖房することにより、蚕舎全体暖房より約50%の燃料費が節減できた。
- (2) 前蚕期の廃条を細断・堆積し、この発酵熱により蚕座加温を図った結果、蚕座温度は約2℃上昇した。
- (3) 灯油暖房機とマキ暖房機（灯油併用）の経済性を比較した結果、マキ暖房機は燃料費が節減され、経済的に有利であった。

参考文献

- 1) 岩手県農政部（1984） 養蚕の新技术と経営：393
- 2) 大沢嶽男・曾根正澄・栗原昌次・中島悦雄（1982） 埼玉蚕試研報 55：44～47