

機械を主体とした積雪寒冷地における養蚕技術

菊池 次男

(岩手県蚕業試験場)

On the Mechanization of Sericulture in the Snow and Cold Districts

Tugio KIKUCHI

(Iwate Sericultural Experiment Station)

1 ま え が き

近年、養蚕経営は栽桑・育蚕の省力技術導入により規模拡大が図られ、大規模な集団桑園を造成して協業経営を実施する事例や、1ha以上の桑園面積を有して専門的養蚕経営を行う農家が増加しており、生産性を高め経営の安定を図る必要から、養蚕の機械化一貫体系による繭生産方式を導入する必要がある。しかし、養蚕の機械化一貫体系による大規模繭生産方式の実用化については、①機械導入による桑園造成、管理技術と生産性、②養蚕機械導入と飼育・上族技術、③生産性向上とコスト低減のための省力限界および設備投資限界、④大規模機械化経営形態の経済性と運営など技術的・経営的に未解決の問題点が残されていたことから、すでに得られた部分技術を基礎とし、さらに研究を進めつつあるもっとも先進的な実用化技術を総合的に組み立て、自立養蚕経営農家のための営農技術確立を目的とした「実用化技術組立試験」を、昭和47年から5カ年計画で実施し、その成果概要をとりまとめた。

本研究の実施にあたり多大の御援助を賜った農林省関係各位、試験推進関係者並に稚蚕飼育を担当された本場養蚕部の各位に感謝の意を表する。

2 試 験 方 法

1. 経営概要など条件設定

(1) 経営規模は桑園面積5haを有し、年5回に136箱を飼育し繭4,000kgを生産する大規模養蚕専門農家を想定した。なお1～3齢は共同飼育所委託形式をとる。

(2) 家族労働力は2.8人(戸主1.0人、妻0.8人、長男1.0人)を基幹労力とし、育蚕期間中は組作業の関係から1～2人の雇用労力を導入した。なお育蚕期間中は1日3時間の時間延長を見込んだ。

(3) 導入した技術体系は中型乗用四輪トラクタを中心とした桑園管理と耕耘機型条桑刈取機および多段循環型自動飼育装置中心の育蚕管理など、機械を主体とした技術を組み入れた年間5回の飼育体系とした。

(4) 所得目標は表1のとおり。

表1 所得目標

項 目	5 ha 当 り	蚕種1箱当り
粗 収 入	4,944,000 円	36,353 円
経 営 費	3,315,521 円	24,379 円
所 得	1,628,479 円	11,974 円
労 働 時 間	3,107.9 時間	22.9 時間
1日当り所得	4,502 円	
所 得 率	32.9 %	

2. 組み立てられた部分技術

(1) 桑園の機械化管理：機械による春切りおよび枝条の処理、薬剤による株間除草、機械による肥料の散布とかくはんの同時化、クワ病虫害の時期的同時防除。

(2) クワの機械収穫：機械収穫に適した桑園型式、多回育に適応した収穫法、春切り法・株上げ法を主とし夏切り法を併用する2年1循環の輪収型式と機械収穫に対する適応性。

(3) 地力の維持増進：開墾造成桑園の土壌改良、有機質補給としての緑肥の桑園間作および廃蚕沙の桑園還元。

(4) 機械飼育の作業体系：機械飼育における蚕座密度、給桑・除沙回数および組作業体系、飼育環境の良化と蚕作、切断条桑給与に対する繭重増加策。

(5) 機械飼育における自然上族：飼育機に適した族器の導入、機械飼育に適した自然上族体系、多回育における族中保護。

(6) 労働競合の調整：労働配分および蚕病予防からみた掃立時期の調整、機械能率からみた人員配置。

(7) 機械飼育における蚕病防除：多回育における消毒術、蚕体消毒の能率化、廃蚕沙処理と蚕病防除。

3 試 験 結 果

1. 桑園の機械管理

(1) トラクタによる管理作業

試験圃場は機械管理を前提とした造成を行い畦間2.5m、株間0.5mで10a当り800本の栽植とした。なお畦の長さは50mとし道路幅5～6mの1区画約50aの圃場に造成した。トラクタ管理は施肥、病虫害防除、中耕除草などが主な作業で、その労働時間を表2に示した。

施肥は本圃場の土壌が腐植質火山灰土で酸性が強いこと

表2 機械管理における作業別栽桑労働時間

作業名	総労働時間	作業別割合	10a当り労働時間	機械利用時間	機械利用率
施肥耕耘	181時間	15.5%	3.45時間	91時間	50.3%
中耕除草	366	31.3	4.39	61	16.7
春切り	252	21.5	8.60	99	39.3
防除	118	10.1	1.14	54	45.8
間作	37	3.1	0.52	25	67.6
株直し	21	1.8	2.48	2	9.5
結束・解束	118	10.1	7.71	—	—
機械整備・雑作業	77	6.6	(1.54)	—	—
計	1,170	100.0	(23.40)	332	28.4

注. ()内は5haの所要時間から算出した10a当りの労働時間

から、土壌改良に重点をおいた施肥とするとともに、土質不良を見込み10a当り100kg産量ベース施肥設計(N30:P₂O₅16:K₂O20)を立て、春肥70%、夏肥30%の割合に施用した。施肥作業はライムソフを供用し一定面積分の量を積載して畦間に施用した。施用後ロータリによる耕耘かくはんを行った。施肥耕耘の年間労働時間は181時間で栽桑労働時間の15%を占めた。10a当りの所要時間は3.45時間であり、このうち機械利用率は50%であった。

中耕除草については薬剤による株間除草を前提とし、畦間はロータリ耕による浅いかくはんとした。株間の除草剤散布は春発芽前および夏切り直後に株上から直接株に散布した。除草剤はパラコートとC.A.Tの混用としたが、夏切り直後の散布については動噴と条桑運搬用トレーラの駆動源が同一であることから、除草剤散布の時期を失い夏切り後の新梢に薬害がみられた。このことから散布方法の改善としてグラカバーについて検討した結果、発芽した新梢に対しては薬害はみられなかったが株間まで完全殺草はできなかった。中耕除草の年間労働時間は366時間で栽桑労働の31%と多くを占めた。10a当りの所要労働は4.39時間であった。このうち宿根性雑草の除草を人手によったため機械利用率は16.7%と少なかった。

クワ病虫害の防除については春先のクワカイガラムシおよびクワヒメゾウムシの同時防除としてエルサン・マシン油乳剤の動噴による散布を行った。年次的に増加がみられたクワシントメタマバエおよびクワハムシの防除についてはDDVP乳剤の散布によりその効果は認められたが、クワシントメタマバエについては発生が不定期であるばかりでなく予察法が確立されていないことから、多回育における薬剤散布は蚕児薬害を考慮して散布しなければならない。クワ胴枯病防除については有機水銀剤の規制により年々被害の増加がみられ、試験圃場においても表3に示した被害にあった。全圃場の被害率41.5%は圃場の約90%が改良鼠返の胴枯被害率の多い品種であることから立証される。このことから胴枯病防除については薬剤および耕種防除に加えて耐病性クワ品種の検討が必要である。クワ病虫害防除に要した労働時間は118時間で10a当りでは1.14時間

表3 クワ品種別クワ胴枯被害実態 (1974)

クワ品種	調査株数	枝 条		
		調査数	罹病数	被害数
改良鼠返	698	3,968	2,035	51.3%
剣持	400	2,790	1,091	39.1
かんまさり	219	1,354	34	2.5
全圃場	4,653	—	—	41.5

であった。このうち機械利用率は46%であるが、野鼠駆除に要した手労働時間が含まれていることからこれを除外すると60%の利用率となった。

(2) 春切りにおける機械利用

春切りに使用した機械はエルバおよびエルタの2機種である。エルバによる春切り作業能率は10a当り3.1時間であるが、株直し作業においては桑葉の附着および刈取枝条が太く短いことなどにより4.8時間と多かった。株上げ春切りにおけるエルタの伐採能率は10a当り4.0時間であった。刈り取った春切り枝条の処理は機械切断により園内に還元する計画であったが、株上げ春切り枝条は条が太い上に先端がほうき状になっており機械切断が困難なことから園外に搬出し焼却した。この処理労働時間は38時間を要し春切り作業時間の15%も占めている。前年夏切り枝条はそのまま畦間に散らしロータリで土中に埋没させた。春切り作業に要する労働時間は252時間で栽桑労働の22%を占めている。10a当りの所要労働時間は8.6時間で栽桑作業中最も多くの時間を要した。

(3) 枝条結束の効果

試験圃場における平年の最高積雪量は約1mで根雪期間が約90日もある。この冬期間の環境からみて試験当初から枝条結束の是非について検討されていた。収穫開始1年目の冬に最高積雪量1.8mの大雪に見舞われた。この時点における枝条結束の有無と機械伐採との関係を表4に示した。この結果から枝条の無結束は雪害を受け機械伐採による収穫量は少なく、刈取時間および株直し時間が多く要するなどの能率低下がみられ、機械収穫を前提とする場合の積雪地帯の桑園においては、枝条結束は欠かせない作業の一つ

表4 枝条結束の有無と機械伐採（春蚕）

（対100株）

試験区	刈取時間	株直し時間	刈取残条本数		条桑収穫量	雪害割合
			枝 条	わい小枝		
無結束	45分	60分	142本	228本	81kg	27.5%
結束	32	36	15	78	129	2.3

である。結束・解束に要した労働時間は118時間で栽桑労働の10%であるが、10a当りの所要時間は7.71時間と春切り作業に次いで多く要しており、この種の作業における機械化が望まれる。

(4) 緑肥間作による有機質補給

桑園の有機質補給として代表的なものにわらによる土中堆肥が上げられるが、最近の機械による水稻栽培によって、わらの入手が困難となった事情を背景とし、桑園に緑肥間作を取り入れ有機質の補給を行った。緑肥は冬作ライムギ・夏作エンバクとしたが、冬作ライムギは冬期間の雪腐れにより収量は期待できないので、エンバクによる緑肥間作とした。は種は春の施肥時期に肥料と種子を混合してライムソワで1畦おきには種した。は種後はロータリで耕耘かく

はんするが、輪だちにそって発芽齊一で生育良好であることから、ロータリ耕耘かくはん後ローラを利用した鎮圧について検討した。その結果、は種後のローラ利用による鎮圧は、エンバクの発芽を良くし、生草収量も多く、鎮圧労力も少なくすむことから十分効果がみられた。エンバクの敷込は出穂前を適期とし、一旦ローラで押し倒してからロータリで土中に敷き込んだ。この場合押し倒しの反対方向からロータリ耕を行うとエンバクが切断されよく土中に混入される。緑肥間作の労働時間は37時間で、10a当りの所要時間は0.52時間となり栽桑作業中最も少なかった。機械利用率については67.6%であった。

2. 収穫の機械化

(1) 年5回育を前提とした収穫型式

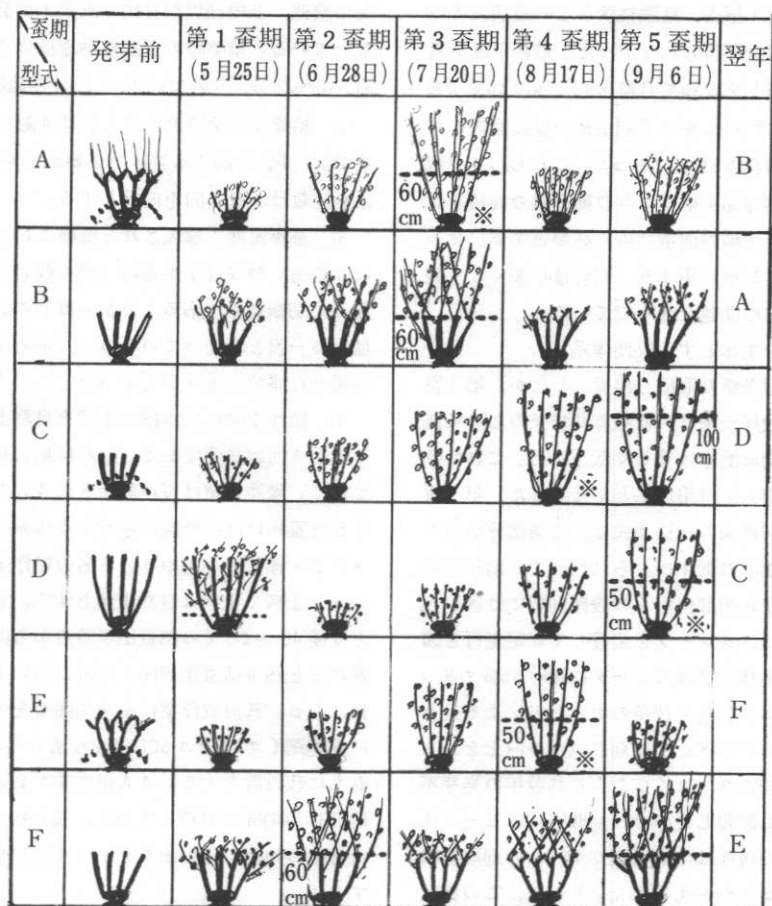


図1 桑収穫型式

表5 収穫型式別10a当りクワ収穫量

收穫型式	目 標 值	48年実績	49年実績	50年実績	51 年		
					実 績	目 標 比	
1 {	A	1,100 kg	703 kg	839 kg	901 kg	756 kg	69 %
	B	1,100	855	604	1,054	979	89
2 {	C	1,000	470	821	646	688	69
	D	2,000	1,551	1,643	1,188	1,277	62
3 {	E	1,000	771	845	667	877	88
	F	2,100	1,171	1,239	1,002	937	51
平 均	1,416	953	1,037	907	929	66	

積雪寒冷地における多回育のクワ収穫型式については、すでに岩手県において実施した「寒冷地における養蚕の機械化技術体系試験」において年6回育のクワ収穫型式が報告されている。今回はその応用として図1に示した年5回育の収穫型式を組み立てた。この型式は桑園を6区分し春切り、株上げ・株下げ春切り、夏切りを組み合わせた2年に1循環の輪収型式で年5回育に適応する面積配分とした。この型式による収穫量を表5に示した。収穫量は年次的に増加し昭和49年度に完成桑園になるものと計画したが、昭和49年～50年に雪害・鼠害、桑胴枯病などの桑病災害の影響により目標の収穫量は得られなかった。最終年度からみたクワ収量は10a当り929kgで目標1,416kgの66%であった。なかでもF型における第2蚕期主体の収穫型式において収量が少なく、目標の39%であった。これらのクワ収量をもとに、各蚕期均等掃を前提に各収穫型式の面積を試算すると、D型およびF型の面積は広く必要とする。従って第5蚕期に再発枝の収穫が集まり、飼育量が多くなり施設に収容できないなどの問題を含んでいる。

(2) 条桑刈取機を主体とする収穫体系

桑葉収穫は耕耘機型条桑刈取機を前提としたが、第1蚕期(春蚕)における伐採枝条は、前年春刈枝条のため条径が太く、機械による刈取能率は著しく低下した。これの改善策としてエルバを導入し併用体系とした。また、第2蚕期における株上げ春切枝条の伐採型式は、古条部分からの伐採となるため刈取能率の低下がみられたので、前年度の刈高を低くし(50cm)新梢部位からの機械刈取に改善した。耕耘機型条桑刈取機にはクローラを装置して安定走行を図ったが、走行能率は農林省試算のデータに比べ35%も劣った。これは圃場条件および刈取枝条の太さなどによる差と考えられる。一方、スピードを上げ刈取能率の向上をねらうと枝条の刈取部に枝割れ、はく皮がみられ翌年の発芽不揃の原因となり収量に影響したので、刈取速度はH-1速で実施した。横臥枝の伐採は1時間当り151kgの刈取能率であるが、これの集桑に39分も要した。しかし、この横臥枝は第3～第4蚕期収穫量の23%にも及ぶことから、単位面積当りの生産性向上のためにはおろそかにできない枝条

である。機械の収穫能率から飼育施設規模最大の30箱飼育時における1日最大給桑量を機械により収穫するには15～19時間の運転が必要と試算された。このことから機械収穫の能率化を進めるとともに採桑労働時間の均等化について検討する必要がある。

3 自動飼育装置における育蚕管理

(1) 機械飼育の標準技術

1) 飼育装置：導入されたMD式多段循環型杜蚕自動飼育装置は、ロータリ条桑カッター、搬送エスカレータ、自動給桑機、多段循環飼育機(蚕架・蚕箔)、除沙装置からなっている。給桑時の蚕箔移動速度は4齢で1系列(60蚕箔)18～25分、5齢では25～35分の範囲が効率的である。

2) 給桑：給桑時の作業人員は4齢においては3人組作業でよいが、5齢では整座の必要から4人の組作業となる。給桑回数は1日2回を前提とする。

3) 蚕座密度：導入された機種における蚕座密度の規格は4蚕箔(11.7㎡)が蚕種1箱の収容である。本機の給与体系が切断条桑であることから厚飼の状態であり、繭重軽量化の一因ともなっているため、蚕箔に余裕のある飼育量の場合は蚕座面積を広くとった。

4) 除沙：除沙は本機の上族を自然上族とすることから5齢中1回は必要である。除沙は網入れ給桑2回後が適期である。除沙作業は蚕箔取除きに4人の組作業とし、搬出された蚕箔は直接桑園に還元する体系をとるため、1名のトラクタ運転者が加わり計5名の組作業となる。

5) 上族：上族は自然上族とする。族設置は初熟蚕拾いとり後40～50%の熟蚕出現時点から開始する。族設置が遅れると熟蚕は蚕座周囲の側幕に這い上り、後の作業が困難になる。族設置作業は蚕座周囲蚕を中にかきあげて周囲に忌避剤(クレゾール300倍液浸漬もみから)を散布する。直ちに族設置をするが4人組作業が必要である。族の設置時間は24時間を目標とするが、残蚕拾いを少なくするため大部分の熟蚕の這い上りをまっで行い別室に吊り下げ保護する。

(2) 機械飼育における育蚕成績

機械飼育における年度別育蚕成績を表6に示した。掃立

表6 機械飼育における年度別育蚕成績

項 目	年 度	目 標 値	48 年	49 年	50 年	51 年	
						実 績	目 標 比
掃 立 箱 数 (箱)		136	84	100	96	93	68
箱 当 り 給 桑 量 (kg)		500	519	490	456	490	98
上 繭 1 kg 当 り 給 桑 量 (kg)		17.0	23.3	20.8	20.6	18.6	91
箱 当 り 収 繭 量 (kg)		29.4	23.3	25.0	23.5	27.7	94
総 収 繭 量 (kg)		4,000	1,964	2,509	2,252	2,573	64
10 a 当 り 収 繭 量 (kg)		80.0	39.3	50.2	45.0	51.5	64
繭 重 (g)		—	1.66	1.75	1.61	1.74	—
生 糸 量 歩 合 (%)		—	17.9	17.6	18.2	18.0	—
解 じ ょ 率 (%)		—	75	64	72	70	—

箱数は年々増加する計画であったが表3に示したクワの病災害の影響により少なく、51年度では93箱で目標の68%であった。従って総収繭量も伸びず51年度では2,573kg (10 a 当り51.5 kg) で目標の64%に終わった。繭質については年々向上の跡がみられ、箱当り収繭量においては27.7kgと目標の94%まで向上した。

(3) 繭質の増加技術

機械飼育では切断条桑給与が前提となることから繭重軽量化が問題となった。これの改善策として蚕座密度と給桑回数との関係を調査した結果、給桑回数1日2回と3回に

よる繭重の差は2〜3%であるのに対し、蚕座密度の標準と薄飼との差は8%も開き、給桑回数より蚕座密度の要因が繭質に強く作用していることを示している。さらに繭質向上技術の一環としての合成幼若ホルモン利用について、機械飼育における大規模試験の結果を表7に示した。この結果、ホルモン区は対照区に比べ経過日数が約1日遅延するが、繭重・繭層重は約7%程重く、生糸量歩合も多かった。なお上簇にあたっては自然上簇の実施に支障はなく、作業的には経過遅延を利用して労働ピークの切りくずしに効果がみられた。

表7 機械飼育における合成幼若ホルモンの利用

蚕 期	試 験 区	4・5 齢 経 過 日 数	箱当り収繭量	繭 重	生 糸 量 歩 合	繭 格
		日 時	kg	g	%	等
晩 秋	対 照 区	14. 02	24.1 (100)	1.51 (100)	16.7	4
	ホルモン区	15. 00	24.7 (102)	1.61 (107)	17.5	3
晩 々 秋	対 照 区	15. 03	31.4 (100)	1.93 (100)	19.1	1
	ホルモン区	16. 00	34.6 (110)	2.03 (105)	19.3	優

注. 試験時期 1977年 ()内は指数

(4) 育蚕作業労働時間

機械飼育における育蚕作業投下労働時間を表8に示した。蚕種1箱当りの労働時間は蚕期および飼育箱数によって異なり43.1時間から22.4時間の範囲で平均31.9時間であった。

飼育箱数と労働時間との関係を図2に示した。これによると蚕種1箱当りの労働時間は飼育箱数の多い程、さらに飼育時期が遅くなる程少なくなる傾向がみられ、飼育量20箱以上では36.6時間となるが、20箱未満においては25.6時間

表8 機械飼育における作業別育蚕労働時間

作 業 名	蚕種1箱当り	上繭100kg当り	作業別割合	機械利用時間	機械利用率
清 掃 消 毒	1.21時間	4.8時間	3.8%	0.18時間	14.9%
飼 育 準 備	1.25	5.0	3.9	—	—
採 桑	7.70	30.9	24.2	3.02	39.2
給 桑	4.82	19.3	15.1	2.66	55.2
除 沙 広 座	2.32	9.3	7.3	0.69	29.8
上 簇	5.65	22.7	17.7	—	—
収 繭	5.16	20.7	16.2	2.65	51.4
後 片 付	2.08	8.4	6.5	0.67	32.2
雑 作 業	1.68	6.7	5.3	—	—
計	31.87	127.8	100.0	9.87	31.0

注. 機械利用時間は蚕種1箱当り。

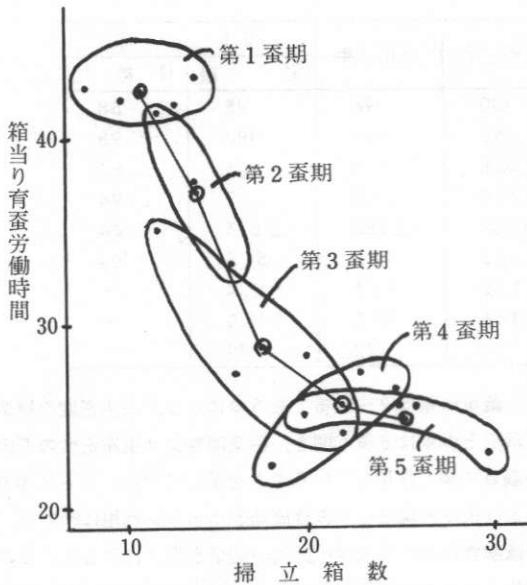


図2 掃立箱数と箱当り育蚕労働時間

と少なかった。作業別では採桑が最も多く全体の24.2%を占め、次いで上簇(17.7%), 収繭(16.2%)の順に少なく、給桑では箱当り4.8時間で15.1%の割合であった。このうち機械利用率は55.2%で目標値33.2%からみれば給桑の機械化は十分達せられたものと考えられる。

(5) 蚕期の調整と労働配分

寒冷地における多回育の蚕期間隔は約20日が理想とされ実施して来た。しかし第4蚕期(8月10日掃)において一般慣行(旧盆)行事のため稚蚕飼育を数遠する飼育所がみられた。このことから第4蚕期の掃立をのばしさらに最終蚕期を9月6日にもってきても育蚕面からは問題がみられなかった。

桑園管理における労働配分は基幹労働の範囲内で処理可能であるが、融雪の遅れた場合は短期間に作業が集中するから、消雪作業が必要となる。消雪資材について調査した結果、石灰窒素および畑土散布が無処理に比べ約1週間の消雪効果がみられた。育蚕においては組作業の必要から雇用労働を投入したが、5齢盛食期における採桑作業と除沙作業が競合し過労働になりやすい。この対策として除沙作業の2日にわたる分割と貯桑を前提とした採桑作業により、採桑労働の均等化を図るなどの手段が有効であった。

(6) 多回育と蚕病予防

計画した年5回飼育では蚕期の重複が多く、収繭作業と次蚕期の飼育が重なるなど蚕病予防面から特に留意する点が多かった。蚕病予防はホルマリン消毒によったが、蚕期の間隔が短いことから臭気除去のできる期間を設けるよう消毒作業をすすめた。簇器の消毒については収繭後組立を完了してからホルマリンを散布した。廃糸蚕沙の片付けに

ついては、その全量を刈取終了後の桑園に還元することを前提としたが、蚕病が発生した場合は堆積腐熟後桑園に還元した。これら清掃消毒および後片付けに要した労働時間は蚕種1箱当り13.2時間で育蚕作業の約10%を占めている。

4. 経営成果

昭和49年~50年度に表3にみられるクワの病災害に遭遇したことから、最終年度においてクワの減収を補正して経営成果を検討した。

(1) 粗収入

上繭収量(5ha当り)は3,598kg(10a当り72.0kg)で最終目標収量4,000kgに対し90%であった。各蚕期を平均した繭価格は1kg当り1,750円であり、粗収入は6,358千円となった。

(2) 生産費

生産費は年々上昇し51年度は5,593千円となった。うち栽桑費用は1,975千円、育蚕費用は3,618千円となり、掃立箱数の増加に伴い蚕種・共同飼育・労働費などを中心に増加している。上繭100kg当りの第1次生産費は154,148円となった。

(3) 所得と収益

以上の結果から資本利子と租税公課を含めない場合の所得は1,953千円で所得率31.2%であった。1日(8時間)当りの家族労働報酬は地区の一般農業労賃(2,600円)を下回る2,250円で利潤の発生はみられなかった。経営費として固定資本の借入利子および租税公課を見積った場合の所得は1,307千円の経営上の余剰は1,835円となり経営収支の採算は合うわけであるが、余剰が少なく、繭価格変動や資本利子率によっては自家労働費を補えなくなる。

4 む す び

積雪寒冷地において、5haの桑園を有する専業農家を想定した養蚕機械化体系の技術を組み立てた。機械による桑園管理、育蚕など一連の作業について体系化した。土地生産性を阻害しているクワ胴枯病の被害により成果は十分得られなかった。従ってこの胴枯病防除の確立こそ積雪寒冷地における生産性向上の途であるとともに、経営安定上の大きな課題である。

基幹労働の範囲内で運営のできる桑園管理の機械化については一応の成果は認められるが、育蚕管理については除沙・上簇作業など手作業部分が多く介在し、労働生産性はあがらなかった。しかし、薬剤の有効利用により労働強度の解消と生産性向上の途も開けている。養蚕の機械化についてはいくつかの解決すべき問題点は残されているとしても、養蚕の規模拡大と労働強度の解消に役立つことを期待する。