

## 畫像處理裝置에 의한 번데기 암수判別의 效果

柳江善·中田 徹\*

農村振興廳 蠶業試驗場, \*北海道大學 農學部

### Sex-Discrimination of Silkworm Pupa, *Bombyx mori* with Image Analyzer

Kang Sun Ryu and Tohru Nakada\*

Sericultural Experiment Station, R.D.A., Suwon, Korea

\*Faculty of Agriculture, Hokaido University, Sapporo, Japan

#### Abstract

To produce  $F_1$  hybrid of silkworm sex discrimination has to be followed at the pupal stage by sexual organ. However it requires a lot of labour and may bring about a wrong classification. In these regards, this study has been implemented to find out an effective measure for the pupal sex discrimination by use of variation of cocoon weight and image analysis of cocoon. As a result, it was found that in case of the pupal weight the percentage of a wrong classification fell on 0.3% and in case of single cocoon weight 0.4%. The discrimination rate was 99% in the weight variables of cocoon but analysis by single cocoon weight and cocoon shape variables, it was 98.7%. Efficiency of discrimination was increased by 2.7% as compared to variable of single cocoon weight. The minimum cocoon sampling size may be 15 cocoons sexual-wise.

Key words : Silkworm, sex-discrimination, image analysis

#### 緒 論

누에의 실용품종은 모두 일대교잡종을 이용하고 있어 양친의 원종사육이 불가피하며 또한 1代雜種의 蠶種생산을 위해서는 나방이의 발아 고미이전에 암수감별이 필요하다. 이때문에 옛부터 씨고치의 암수감별에 대해서 많은 연구가 되어왔다. 幼蟲의 체중, 體型 및 班紋, 繭의 重量과 번데기의 形態 및 羽化의 早晚(室賀, 1941) 등이 검토되어 왔다.

幼蟲 형질의 암수 차이는 희박하고 또한 번데기의 형태에 대해서는 고치를 切開할 필요성 때문에 노력상의 문제가 뒤따른다. 고치무게에 의한 암수감별법으로는 月田(1896), 橫田(1898) 및 勝木(1918) 등이 암누에고치가 수 누에고치보다 무거운 것을 이용하여 각종의 稱量手段이 강구되었지만 실제적으로 효율적

인 암수분계점의 결정이 어려웠고, 중간영역의 30% 정도의 개체가 섞여 있어 精度높은 分離가 곤란하였다. 이후 桑名(1936), 四方(1964) 및 西澤(1965)에 의하여 分界点의 효과적인 설정 그리고 瀨尾(1986) 등은 실제 누에고치의 암수분리를 위하여 高速重量選別機를 만들고 10단계로 나누어 選別하는 報告가 있다. 이는 무게만에 의한 암수분리의 分界点設定에 어려움이 있어 암수중간영역에 많은 개체가 混在하고 있는 실정이다.

그리고 遺傳學的 이용으로는 田島(1938)가 X線照射에 의해 班紋遺傳子를 가진 염색체의 절편을 W염색체에 전좌시키는데 성공하여 이른바 限性品種이라는 암수간의 유충반문이 다른 계통을 육성한 것과 그 후 木村(1971)에 의해 限性黃繭 계통이 육성되어져 누에고치의 색으로 보다 쉽게 암수분리하는 것이 가

능하게 되었다. 그러나 암의 轉座染色體에 의해 유충의 생장발육이 나빠지고 강건성 및 고치의 계량적 형질이 떨어지는 결점이 있었으나 이를 개선시킨 한성누에품종이 실용화되고 있다.

한편 누에고치 암수감별의 수단으로서 번데기의比重, 電氣抵抗 및 高周波, 電氣容量등의 物理的方法에 대해서도 검토되어 왔으며 최근에는 前田(1987)은 畫像解析을 이용하여 암수간의 차이에 대하여 보고하였지만 判別精度 등이 문제점으로 제기되어 왔다. 그리고 中田(1991)은 畫像處理에 의한 여러 변수조합간의 判別精度에 대하여 보고하였다.

본 연구에서는 최신의 통계패키지인 SAS를 이용하여 정확한 判別函數, 判別精度 및 判別函數에 필요한 최소의 샘플링수에 의하여 실용가능성을 제시하고자한다.

## 材料 및 方法

供試材料는 北海道大學 農學部 附屬農場 養蠶部に 계대 보존중인 特性系統누에를 이용했다. 1993년 6월 同系交雜에 의해 보존하고 있는 이들의 系統을 주로서 1蛾育으로 사육하고 上簇結繭후 개체별로 繭質 調査를 하였다. 먼저 번데기무게 및 繭層重을 計測한 후 供試材料繭을 보존해서 적당한 시기에 繭型을 측정했다. 측정과 동시에 中田(1988)가 개발한 畫像處理裝置를 利用하여 고치모양의 모든 변수를 측정했다. 이 시스템은 카메라와 개인용컴퓨터를 연결한 간단한 2차원의 畫像處理裝置이지만 단시간에 대량의 데이터 처리가 가능하고 목적형질로서 고치의 長徑, 短徑, 고치面積 및 體積의 推定値를 얻을 수가 있다. 이들의 計測데이터를 大型컴퓨터에 전송하고 繭重 및 繭型에 관한 各變數를 조합하여 多變量解析 등의 統計分析을 실시했다. 본 시험에서는 주로 고치形質의 암수차가 供試品種에서 어느 정도 특징지어질런지 判別分析에 의해 개개의 變數와 變數組合간의 효과를 조사했다.

判別分析은 北海道大學 大型計算機센터의 HITAC M-880/210 시스템에서 VER 6.07 SAS를 이용하여 분석하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 測定데이터의 암수차

이 시험에 사용된 品種은 모두 原種으로 그 고치形質이 비교적 안정되게 발현하는 系統가운데 選拔, 供試하였다. 이들은 突然變異系統이므로 品種特有的 遺傳子를 갖고 또 計量形質의 발현도 현재 보급되고

있는 소위 實用系統의 原種과 비교하면 상당히 떨어지고 있다. 표 1에서 보는 것처럼 각 형질의 평균치는 일반적으로 암이 수보다 크지만 繭層比率에서는 수의 값이 크게 되어 있다. 繭層重에서는 10품종 중에서 Ro만이 암수차가 逆轉하고 수가 암보다 무겁게 되어 있지만 그 차는 근소하다. 10품종 합계에 관해서 各變數의 암수 平均差를 보면 번데기무게는 0.32g, 繭層重은 -0.01g, 長徑은 0.9 mm, 短徑은 0.8 mm, 面積은 38.9 mm, 體積은 708 mm, 全繭重은 0.34g, 長幅比率은 0.01, 繭層比率은 -2.3%로 되어 있다. 이들의 품종 중에서 좀 더 암수차가 큰 品種은 Tw1-3 이고 主要形質을 예로들면 번데기무게는 0.46g, 長徑은 0.87 mm, 面積은 68.3 mm, 體積에는 1,363 mm, 全繭重은 0.46g으로 되어 있다. 다만, 실제 암수間差와 誤判別率과의 관계를 調査하면 암수차가 큰 경우에 반드시 誤判別率이 낮다고 하는 관계는 확실한 것은 아니다.

### 2. 各變數 단독에 의한 判別

繭形, 크기 및 무게 등 개개의 變數單獨으로 어느 정도의 암수判別이 가능할지를 조사했다. 표 2에서 볼 수 있는 바와 같이 번데기무게에서 100% 암수判別이 가능한 品種은 Tw1-3, Eq 및 Pb이고 또 Tw1-3 및 Eq는 全繭重으로도 誤判別을 볼 수 없었다.

形質別에서 誤判別率이 10% 이하의 것은 번데기무게, 全繭重 및 繭層比率이고 어느 것이나 번데기무게에 관계되는 變數의 암수차가 큰 것으로 나타났다. 가장 分離比率이 좋은 번데기무게에 있어서 DA를 비롯한 3개품종의 誤判別率이 0%이고, 전체평균은 3%로 97%의 판별정도를 보였다. 그리고 全繭重의 경우 3品種이 0%이고 남은 7品種에서 다소의 誤判別을 볼 수 있지만 전체 평균은 4%의 誤判別, 즉 96%의 개체가 암수判別이 가능하였다. 한편 繭層重에서 암수차는 다른 重量變數만큼 뚜렷하지 않다.

그리고 繭形과 크기에 관계하는 變數의 암수차는 뚜렷한 것은 없고 단독변수의 誤判別率이 28부터 41%로 높게 되어 있고 개개의 變數에 의한 암수分離는 어려운 일로 判定되었다.

단독변수에 의한 암수분리효율을 보면 전견중과 번데기무게만이 어느 정도의 가능성을 보이고 있을 뿐이다. 이중에서도 전견중보다는 번데기무게에 의한 판별효율이 높았으며, 中田(1991)는 번데기무게만의 판별효율이 약 95%의 효율을 보고하였다. 그리고 전견중만에 의한 판별에 대해서 前田(1987)는 64%, 中田(1991)은 약 92%의 판별효율을 보고하였지만, 번데기무게가 전견중보다 반드시 유리하다고는 할 수 없는

**Table 1.** The mean value of female and male in the all variable

Strain	Sex	No.	PW	CSW	LD	SD	AR	VOL	SCW	LWP	CSP
			g	g	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>3</sup>	g		%
DA	F	55	1.25	0.20	39.2	17.2	513.7	5651	1.45	0.44	14.0
	M	55	0.92	0.19	39.4	17.5	508.2	5574	1.11	0.45	16.9
	(F-M)		0.33	0.01	-0.2	-0.3	5.5	77	0.34	-0.01	-2.9
DB	F	55	1.23	0.20	38.6	17.8	522.2	5944	1.42	0.47	13.9
	M	55	0.88	0.18	37.8	17.3	490.5	5387	1.06	0.46	17.2
	(F-M)		0.35	0.02	0.8	0.5	31.7	557	0.36	0.01	-3.3
Tw1-1	F	33	1.34	0.17	38.2	19.7	603.5	7846	1.51	0.52	11.3
	M	55	0.97	0.19	37.2	18.9	557.2	6899	1.12	0.51	13.6
	(F-M)		0.37	0.02	1.0	0.8	46.3	947	0.39	0.01	-2.3
Tw1-2	F	33	1.21	0.16	37.5	19.1	570.6	7183	1.36	0.51	11.4
	M	55	0.88	0.14	36.4	18.1	519.5	6151	1.02	0.50	13.6
	(F-M)		0.33	0.02	1.1	1.0	51.1	1032	0.34	0.01	-2.2
Tw1-3	F	31	1.55	0.20	41.5	20.2	666.4	8863	1.75	0.49	11.2
	M	32	1.09	0.17	39.6	19.2	598.1	7500	1.26	0.48	13.5
	(F-M)		0.46	0.03	1.9	1.0	68.3	1363	0.49	0.01	-2.3
Eq	F	13	0.89	0.10	31.6	16.6	422.4	4326	0.99	0.53	10.2
	M	15	0.63	0.10	30.4	15.6	379.7	3892	0.73	0.51	13.1
	(F-M)		0.26	0.00	1.2	1.0	42.7	434	0.26	0.02	-2.9
Pb	F	30	1.22	0.16	33.2	16.5	455.0	5060	1.37	0.49	11.5
	M	32	0.93	0.13	33.2	15.5	428.6	4474	1.06	0.47	12.5
	(F-M)		0.29	0.03	0.0	1.0	26.4	586	0.31	0.02	-1.0
Ro	F	33	1.08	0.17	32.7	17.9	486.7	5862	1.25	0.55	13.6
	M	33	0.81	0.45	31.6	17.3	450.5	5237	0.95	0.55	15.4
	(F-M)		0.27	-0.28	1.1	0.6	36.2	625	0.30	0.00	-1.8
On	F	12	1.14	0.15	32.8	16.2	432.3	4692	1.29	0.49	11.3
	M	32	0.87	0.14	32.1	15.2	392.2	3937	1.01	0.47	13.4
	(F-M)		0.27	0.01	0.7	1.0	40.1	755	0.28	0.02	-2.1
Dw	F	33	1.17	0.15	34.0	16.1	457.9	5012	1.31	0.47	11.2
	M	33	0.89	0.13	32.9	15.2	417.5	4311	1.02	0.46	12.9
	(F-M)		0.28	0.02	1.1	0.9	40.4	701	0.29	0.01	-1.7
	AVG(F-M)		0.32	-0.01	0.9	0.8	38.9	708	0.34	0.01	-2.3

**Table 2.** Misclassified rate of discrimination with single variable

Strain	PW	CSW	LD	SD	AR	VOL	SCW	LWP	CSP
DA	0.00	0.31	0.49	0.39	0.45	0.48	0.00	0.46	0.01
DB	0.02	0.26	0.40	0.45	0.39	0.37	0.02	0.47	0.02
Tw1-1	0.02	0.25	0.33	0.25	0.27	0.22	0.03	0.41	0.13
Tw1-2	0.05	0.33	0.37	0.33	0.30	0.30	0.06	0.45	0.09
Tw1-3	0.00	0.16	0.25	0.29	0.19	0.22	0.00	0.49	0.11
Eq	0.00	0.36	0.18	0.46	0.21	0.21	0.00	0.43	0.04
Pb	0.00	0.18	0.48	0.21	0.34	0.27	0.03	0.15	0.24
Ro	0.02	0.33	0.35	0.32	0.29	0.30	0.05	0.48	0.06
On	0.11	0.48	0.45	0.32	0.32	0.27	0.16	0.39	0.16
Dw	0.03	0.29	0.38	0.23	0.23	0.20	0.03	0.36	0.11
Mean	0.03	0.30	0.37	0.33	0.30	0.28	0.04	0.41	0.10

것 같다.

**3. 蕨形變數에 의한 判別(蕨像處理시스템 이용)**

蕨像處理裝置를 이용하여 얻어진 變數로는 長徑, 短徑, 面積, 體積 및 長幅比率이다. 이들의 變數를 利用해서 綜合的인 判別分析을 하게되면 각 變數 상 호에 의해 單獨의 경우보다 誤判別의 비율이 감소하고 品種에 따라서는 84%의 암수分離를 나타내는 경우도 있지만 전체는 78% 정도로 아직 불충분하다.

品種에 따라 蕨形의 차는 크지만 同一品種내에서의 암수에 의한 蕨形과 크기의 차는 分明하지는 않고 표 3과 같이 오판별율의 전체 평균이 22%로 매우 높게 나타났다. 蕨의 形態에 관해서는 일반적으로 암이 수보다 약간 크지만 명확한 차는 볼 수 없었다.

암수判別의 경우에는 判別點數의 符號에 의해 암수判定을 하지만 判別函數 각각의 係數 符號와 크기에는 일정한 경향은 인정할 수 없이 이들과 判別率과의 관계는 거의 없다고 생각된다(표 3).

**4. 蕨重變數에 의한 判別**

蕨重에 관계하는 變數는 고치를 切開해서 번데기 무게와 蕨層重을 달고 이것으로부터 全蕨重과 蕨層比率를 計算했다. 종래의 경험으로부터 이들의 重量에 관계하는 變數의 암수差는 상당히 명확하고 이들을 조합해서 判別分析 함으로써 더욱더 효율의 상승을 기대할 수 있다.

이처럼 蕨重變數에 의한 암수判別은 실제 10品種으로 검토해보면 3品種이 2%의 誤判別을 볼 수 있었던 것 외에 모든 품종의 誤判別은 0%, 다시 말해 100%의 암수判別이 可能했다(표 4). 이경우의 誤判別은 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 DB와 ON으로서 특별히 무거운 수의 個體가 암으로 判定된 경우가 있고 또 Dw는 이와 반대로 암가운데 가벼운 個體가 있어 수로 判定되었다. Ro는 그림 2에서 암수로 중복해 있는 것처럼 보이나 그래프의 단위가 큼으로 인해 생기는 것으로 이 경우는 실제로는 誤判別이 發生한 것은 아니다.

고치무게에 관계하는 변수는 대체로 암수간의 차

**Table 3.** Discrimination analysis function and misclassified rate in shape variable

Strain		Discrimination function						Misclassified rate
		LD	SD	AR	VOL	LWP	CONSTANT	
DA	Y=	-0.1	+1.8	-0.0	+0.0	+23.0	-5.0	0.33
DB	Y=	-1.0	+1.0	+0.1	+0.0	-47.0	+19.0	0.27
Tw1-1	Y=	-4.0	+2.0	+0.1	+0.0	-144.0	+88.0	0.17
Tw1-2	Y=	-6.0	+6.0	+0.2	+0.0	-243.0	+131.0	0.26
Tw1-3	Y=	+1.0	-4.0	-0.1	+0.0	+25.0	+13.0	0.16
Eq	Y=	-5.0	+6.0	-0.1	+0.1	-231.0	+118.0	0.25
Pb	Y=	-1.0	+3.0	-0.4	+0.0	-114.0	+119.0	0.19
Ro	Y=	+4.0	-14.0	+0.4	+0.0	+389.0	-216.0	0.23
On	Y=	-5.0	+9.0	-0.2	+0.0	-355.0	+197.0	0.16
DW	Y=	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	-36.0	+17.0	0.17

**Table 4.** Discrimination analysis function and misclassified rate in weight variable

Strain		Discrimination function					Misclassified rate
		PW	CSW	SCW	CSP	CONSTANT	
DA	Y=	+63.0	-214.0	+53.0	-2.2	-61.0	0.00
DB	Y=	+84.0	-570.0	+69.0	+2.4	-104.0	0.02
Tw1-1	Y=	+13.0	+237.0	+13.0	-5.5	-2.0	0.00
Tw1-2	Y=	+18.0	+68.0	+16.0	-4.4	+6.0	0.00
Tw1-3	Y=	+52.0	-17.0	+45.0	+0.8	-114.0	0.00
Eq	Y=	+76.0	-621.0	+67.0	+1.4	-71.0	0.00
Pb	Y=	+96.0	-629.0	+69.0	+4.5	-149.0	0.00
Ro	Y=	-28.0	+628.0	-16.0	-11.0	+101.0	0.00
On	Y=	+79.0	-853.0	+62.0	+5.6	-101.0	0.02
DW	Y=	+77.0	-725.0	+60.0	+5.5	-114.0	0.02

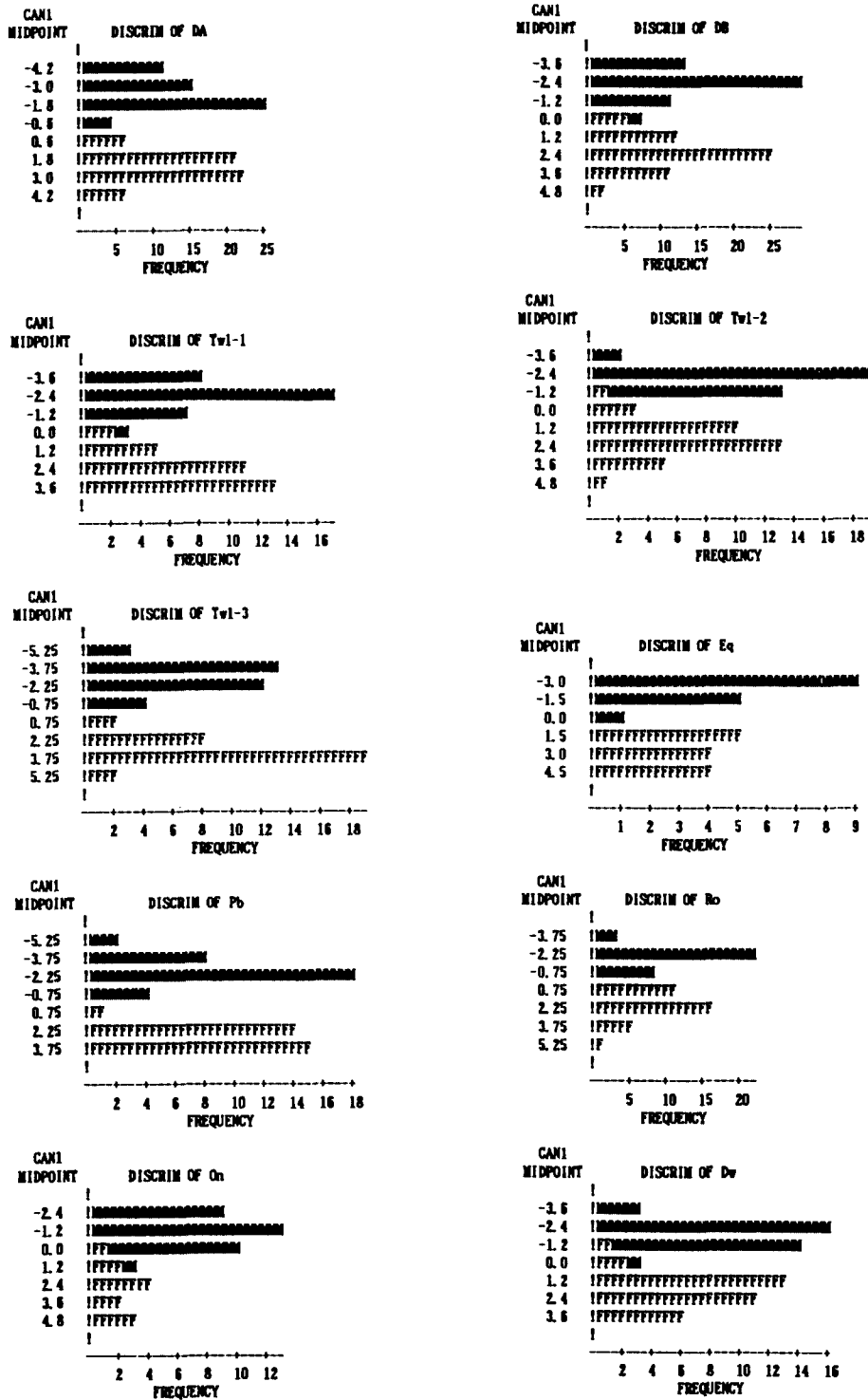


Fig. 1. The chart of discrimination analysed with shape variable and single cocoon weight of cocoon (F: Female, M: Male).

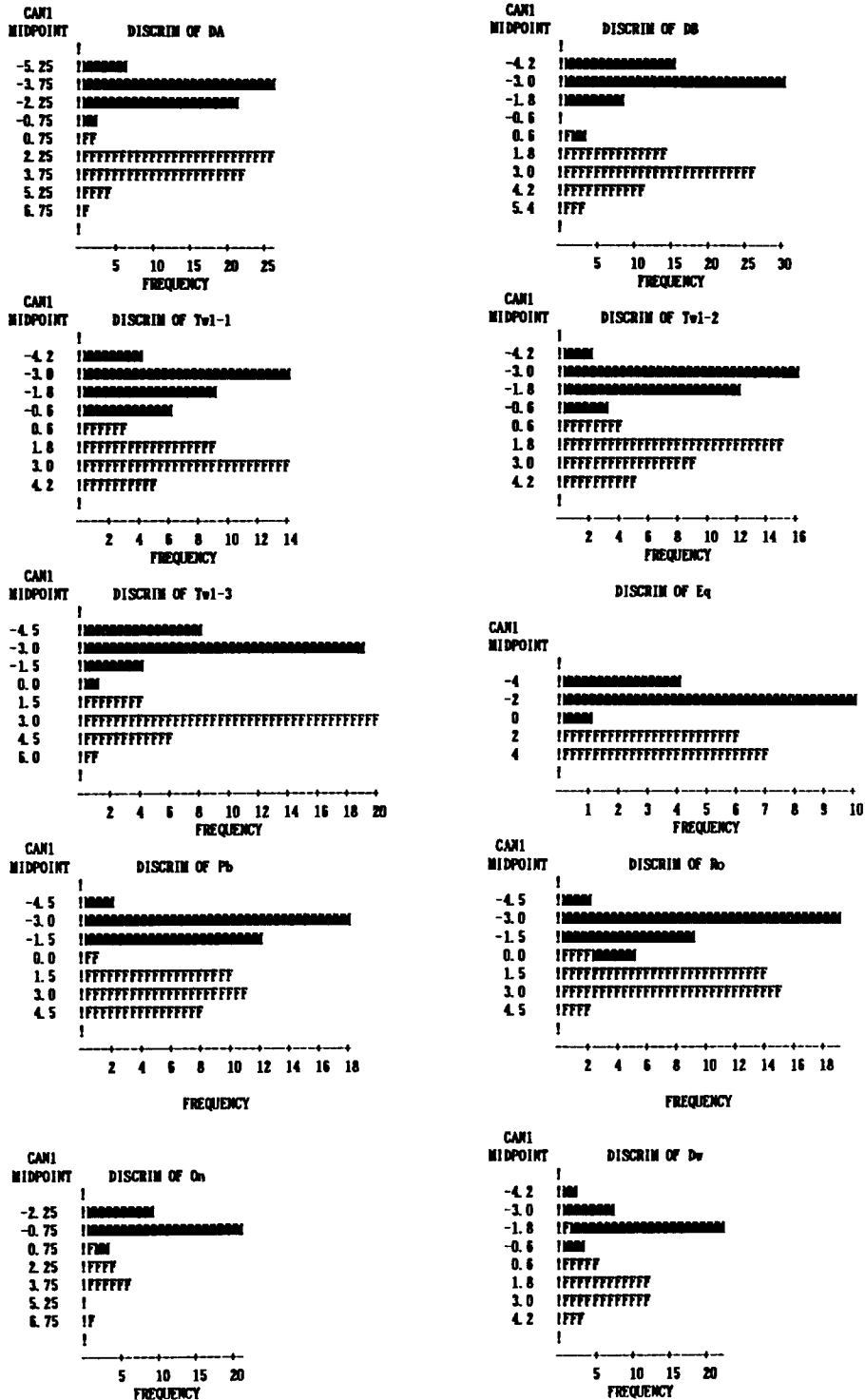


Fig. 2. The chart of discrimination analysed with weight variable of cocoon (F: Female, M: Male).

이가 커서 判別효율이 높지만 누에고치를 절단해야 되는 작업상의 번거러움이 있으며, 절단할 때에 고치속의 번데기가 절단되는 경우가 일어나는 문제가 있다. 앞으로 보다 정밀한 누에고치 절단기가 고안되어진다면 매우 좋은 암수감별수단이 되리라 여겨진다.

**5. 繭重 및 繭形에 의한 判別**

이상의 분석결과로부터 繭重 및 繭形變數를 조합시켜 고치를 자르지 않고 그대로 암수判別을 하였다. 그래서 繭重變數 가운데 全繭重, 繭形變數로는 晝像處理에 의해 얻어진 각종 變數를 이용해 종합적인 判別을 실시했다. 그 결과 표 5에서와 같이 供試 10 품종 중에서 5品種은 0%, 나머지 5품종중 2品種은 2%, 3品種은 3%가 誤判別되었다. 10品種 전체로서의 誤判別은 1.3% 정도이고 全繭重 單獨의 경우 4%에 대해서는 2.7% 정도의 분리효율의 상승을 볼 수 있다.

이상의 결과로부터 저울과 晝像處理機를 연결해서 繭을 기계적으로 처리하여 重量 및 形態를 측정

하고 자동적으로 암수判別하는 시스템을 구축할 수 있는 가능성을 보여줬다.

그림 2에서와 같이 判別點數의 符號(암: +, 수: -)로부터 誤判別의 내용을 보면 수가 암에 判別된 것은 DB, Tw1-1, On 및 Dw로 볼 수 있고 또 그 반대로 암이 수로서 判別된 경우가 Tw1-1과 Dw에서 볼 수 있었다. 다음으로 수로부터 암에 또 암으로부터 수의 어느 방향에 誤判別이 생기는지를 보면 이상의 결과에서 그다지 명확하지 않지만 飼育條件의 不良化에 의해서라기보다는 가벼운 암이 많이 發生하는 일을 종종 볼 수 있기 때문에 암으로부터 수으로의 誤判別이 多發하는 것이라 推定되었다.

中田(1991)은 全繭重과 繭形變數에 의한 判別분석에서 평균 96%의 判別적중율을 보고하였지만 본 시험에서는 98%로 다소 높은 적중율을 나타냈다.

**6. 시뮬레이션과 샘플링數**

判別分析에 의한 기계적인 암수判別을 하는 경우

**Table 5.** Discrimination analysis function and misclassified rate in shape and single cocoon weight

Strain	Discrimination function								Misclassified rate
	LD	SD	AR	VOL	SCW	LWP	CONSTANT		
DA	Y= -0.8	+1.5	-0.1	+0.0	+73.7	-81.0	-3.3	0.00	
DB	Y= -1.4	+2.9	+0.1	+0.0	+61.1	-58.0	-52.0	0.02	
Tw1-1	Y= -6.1	+11.0	-0.2	+0.0	+61.0	-473.0	-237.0	0.03	
Tw1-2	Y= -4.3	+0.0	+0.0	+0.0	+52.1	-186.0	+165.0	0.03	
Tw1-3	Y= -5.0	+10.0	-0.1	+0.0	+80.0	-379.0	+85.0	0.00	
Eq	Y= -4.0	+21.0	-1.5	+0.1	+99.0	-703.0	+369.0	0.00	
Pb	Y= -5.0	+18.0	-0.4	+0.0	+112.9	-516.0	+143.0	0.00	
Ro	Y= +7.0	-15.0	+0.2	+0.0	+63.1	+471.0	-287.0	0.00	
On	Y= +5.0	-18.0	+0.0	+0.0	+68.0	+508.0	-207.0	0.02	
DW	Y= -3.0	-1.0	+0.0	+0.0	+54.5	-49.0	+40.0	0.03	

**Table 6.** Discrimination analysis function for shape and single cocoon weight of random sampling of 20 cocoons and misclassified rate of the 110 cocoons

Strain	Discrimination function								Misclassified rate
	LD	SD	AR	VOL	SCW	LWP	CONSTANT		
DA-1	Y= -1.4	+0.8	-0.7	+0.0	+100.5	-324.0	+195.0	0.02	
DA-2	Y= +5.4	-9.0	+0.0	-0.0	+79.0	+460.0	-332.0	0.01	
DA-3	Y= +2.0	-3.6	-0.2	+0.0	+107.6	+78.0	-123.0	0.00	
DA-4	Y= -4.6	+21.0	-0.1	-0.0	+107.0	-559.0	+22.0	0.06	
DA-5	Y= -13.0	+16.0	+0.5	-0.0	+262.0	-505.0	+113.0	0.03	
DB-1	Y= -4.0	-1.1	+0.9	-0.0	+59.0	+128.0	-158.0	0.05	
DB-2	Y= -10.4	+14.0	+0.5	-0.0	+92.7	-482.0	+138.0	0.03	
DB-3	Y= +0.7	+6.4	+0.3	-0.0	+103.0	+2.0	-202.0	0.02	
DB-4	Y= -13.0	+26.0	-0.3	+0.0	+79.0	-1083.0	+26.0	0.04	
DB-5	Y= +8.0	-10.0	-0.4	+0.0	+92.0	+474.0	-357.0	0.03	

**Table 7.** Discrimination analysis function for shape and single cocoon weight of random sampling of 30 cocoons and misclassified rate of the 110 cocoons

Strain		Discrimination function							Misclassified rate
		LD	SD	AR	VOL	SCW	LWP	CONSTANT	
DA-1	Y=	+1.7	+3.6	-0.7	+0.0	+95.8	-134.0	+95.0	0.03
DA-2	Y=	+3.4	-6.2	-0.2	+0.0	+82.1	+251.0	-202.0	0.01
DA-3	Y=	-3.5	+8.4	-0.2	+0.0	+92.6	-367.0	+82.0	0.01
DB-1	Y=	-2.8	+0.1	+0.4	-0.0	+54.8	+25.0	-68.0	0.04
DB-2	Y=	-0.9	+2.3	-0.1	+0.0	-80.2	-68.0	-52.0	0.03
DB-3	Y=	-5.4	+13.0	-0.1	+0.0	+74.9	-492.0	+134.0	0.01

**Table 8.** Discrimination analysis function for shape and single cocoon weight of random sampling of 40 cocoons and misclassified rate of the 110 cocoons

Strain		Discrimination function							Misclassified rate
		LD	SD	AR	VOL	SCW	LWP	CONSTANT	
DA-1	Y=	-0.4	+1.9	-0.3	+0.0	+65.7	-158.0	+44.0	0.01
DA-2	Y=	-1.3	+4.5	-0.1	+0.0	+87.6	-186.0	-10.0	0.00
DB-1	Y=	-4.0	+2.3	+0.5	+0.0	+61.9	-50.0	-46.0	0.04
DB-2	Y=	-2.6	+5.8	-0.1	+0.0	+68.8	-231.0	+42.0	0.01

먼저 비교적 많은 개체의 샘플링을 해서 判別函數를 설정하고 다음으로 실제 개체별의 判別點數를 계산해서 암인지 수인지를 결정하는 것이 필요하고 이와 같이 해서 判別效率를 調査하고 암수감별의 자동화가 이루어진다. 그래서 判別函數 설정때문에 개체수에 대하여 實際적으로 검토를 하였다. 표 6에서는 20개체, 표 7에서는 30개체, 표 8에서는 40개체의 標本抽出을 하여 각 變數의 평균치를 나타냈다.

각 變數의 평균치는 동일 개체수의 샘플링으로도 상당한 變動을 볼 수 있다. 이것이 判別函數의 설정에 관계하는 일이 되기 때문에 각 變數의 계수행렬에도 상당한 變動을 볼 수 있고 최종적으로는 判別效率이 서로 달라지게 된다. 실제로 DA와 DB에 관해서 判別函數를 구하고 誤判率을 계산했지만 표6~8에서 본 바와같이 다소의 變動을 볼 수 있다. 또 抽出個體數의 變化도 포함하여 검토했다. 예를 들면 암수 각 10個體를 추출한 경우 誤判率이 DA에서는 2.4%, DB에서는 3.4%이지만 각 15個體의 抽出에서는 DA에서는 1.7%, DB에서는 2.7%로 되어 誤判率이 낮아지는 경향이였다. 더우기 암수 20個體씩을 추출해서 같은 樣式으로 分析을 하면 DA에서는 0.5%, DB에서는 2.5%로 되고 다음으로 判別精度가 높아지는 傾向을 볼 수 있다. 이와 같이 抽出個體數를 바꾸어 調査하면 期待되는 바와 같이 샘플링수가 많아질수록 誤判別은 감소하는 傾向을 볼 수 있지만 그다지 확

실하지는 않다. 이상의 문제는 亂數發生의 이용에 따른 컴퓨터시뮬레이션에 의해 더욱 상세한 검토를 기대할 수 있지만 실용적인 입장에서 보면 암수 각 15개체 정도의 추출로 判別函數를 설정하면 充分하다고 생각된다.

## 摘 要

누에의 實用品種은 모두 一代交雜種을 이용하고 있어 交雜種製造過程에는 씨고치의 암수감별이 필수적인 작업과정이다. 번데기의 암수감별 수단으로는 번데기의 比重, 번데기 무게, 고치무게 등에 의해 많은 연구가 되어 왔지만 아직 미흡한 점이 많아 본 시험에서는 晝像處理裝置에 의한 고치모양과 고치무게 등에 의하여 여러가지 조합으로 번데기 암수判別 효과를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 측정된 데이터의 암수간 差의 평균에 있어서는 번데기무게, 繭層重, 長徑, 短徑, 面積, 體積, 全繭重, 長幅比率 등은 암이 크지만, 繭層比率만은 수가 높게 나타났다.

2. 調査變量 單獨에 의한 암수判別효과는 번데기 무게, 전전중, 견층비율, 체적, 면적, 견층중, 단경, 장경 순이었으며, 암수判別精度는 번데기무게가 97%, 전전중 96%로 매우 높게 나타났다.

3. 고치모양에 관계되는 變數만에 의한 암수判別



效果는 품종에 따라서는 84%의 암수분리효율을 보였으나 전체평균 78%로 매우 저조하였다.

4. 번데기무게, 견충중, 전견중 및 견충비율에 의한 암수判別效率은 약 99%로 매우 높았으나 누에고치를 切開해야하는 문제가 남아있다.

5. 繭重과 고치모양에 의한 시험에서는 전체평균 判別率이 98.7%로 견중에 관계하는 變數에 의한 것보다는 判別精度가 낮지만, 전견중의 單獨變數에 의한 것보다는 2.7%가 향상되었다.

6. 判別函數를 設定하는데에 最小有效샘플링數는 암수 各 15개씩 이상이면 충분한 것으로 分析되었다.

## 引用文獻

- 勝木喜重 (1918) 繭の重量により蛾の雌雄を正確に分け得るか. 蠶業之世界 2(8): 2-4.
- 木村敬助・原田忠次・青木秀夫 (1971) 蠶の黃血遺傳子のW轉座に關する研究. 日育雜 21(4): 199-203.
- 桑名壽一 (1936) 家蠶體重の觀察, Samplingに關する二, 三の問題. 日動雜 48(4): 182-183.
- 前田勇仁 (1987) 家蠶繭形質の判別分析による雌雄分離法の開發, 特に數種の特性品種とその F<sub>1</sub>について. 北海道大學農學部卒業論文.
- 室賀兵左衛門 (1941) 家蠶における孵化の早晚との關係. 應動誌 31(1): 39-48.
- 中田 (1991) 判別分析によるカイコの繭形の雌雄差の檢討. 統計數理 39(2): 169-186.
- 西澤正一 (1965) 繭重による雌雄の分離法. 蠶絲科學と技術 4(3): 68-71.
- 瀨尾康久・細川 明・永田昌男・森嶋 博・宮澤津多登 (1986) 試作した繭雌雄分離のための重量選別機の選別精度. 農業機械學會誌 48: 257-260.
- 四方正義 (1964) 繭重による能率的な雌雄分離. 蠶絲科學と技術 3(11): 58-62.
- 田島彌太郎 (1938) X線によつて生じた家蠶の新形質セブル班紋蠶. 日遺雜 14: 117-128.
- 月田藤三郎 (1896) 蠶兒及び繭に於ける雌雄の鑑別法に就て. 大日本蠶絲會報 6(56): 3-13.
- 横田長太郎 (1898) 繭の雌雄鑑別に就て. 大日本蠶絲會報 7(68): 19-23.