

多變量 解析法에 의한 누에 育種素材의 探索

1. 主成分分析과 集落分析을 利用한 누에 品種分類

鄭都燮 · 李仁銓* · 李相夢** · 金三銀**

密陽農蠶專門大學 · 慶北大學校* · 蠶業試驗場**

Classification and Selection of the Breeding Materials in the Silkworm, *Bombyx mori*, by Multivariate Analysis

1. Classification of the Silkworm Genetic Stocks by Principal Component Analysis and Cluster Analysis

Do Sub Jung, In Jeon Rhe, Sang Mong Lee** and Sam Eun Kim**

Milryang National Junior College of Agriculture & Sericulture

*Kyungpook National University, **Sericultural Experiment Station, R.D.A.

Summary

Principal component analysis and cluster analysis were performed on the nine quantitative characters of the one hundred and forty eight silkworm genetic stocks.

The six major quantitative characters such as cocoon yield, cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell percentage, larval period of the 5th instar silkworm, and total larval period showed significantly positive correlation between them.

The first three principal components extracted from the initial nine variables by principal component analysis accounted for about eighty percent of original information. The first and second principal components were characterized as factors related to silk productivity, and cocoon productivity, respectively. On the basis of multivariate analysis using city block distance determined from the first three principal components to measure the phenotypic diversity, the one hundred and forty eight silkworm genetic stocks could be clustered into seven varietal groups, and the phenotypic diversity between the varietal groups was partly related to their geographical origins.

Among 7 varietal group, group II and IV revealed higher silk and cocoon productivity.

I. 緒 論

누에는 그 原產地로 알려져 있는 中國으로부터 人爲的 또는 自然的으로 世界 各國의 여러 地方으로 漸次 分散되어 氣候 또는 地理的 特性에 따라 日本種, 中國種, 유럽種, 熱帶種, 韓國種等 地理的 品種으로 分化된 것으로 알려져 있다.

이와같은 地理的 品種으로의 分化過程을 밝히기 爲

하여 松村(1951)은 여러가지의 地理的 品種(250種)을 使用하여 消化液中の amylase 同位酵素型 遺傳子出現率을 비교한 結果, 地理的 品種間에 明確하게 差異가 있음을 報告하였고, 吉武(1968)도 地理的 品種間의 여러 가지 同位酵素型 遺傳子の 分布를 調査하여 누에 品種은 中國種 1化性→中國種 2化性→熱帶種多化性으로, 中國種 1化性→中國種 2化性→日本種 2化性→日本種 1化性으로, 中國種 1化性→유럽種 1化性으로, 中國種 1化性→韓國種 1化性으로 각각 分化되었다고 報告하

었다.

한편 Inoguchi & Ito(1973)는 家蠶幼蟲 血液의 遊離 아미노산 組成의 系統間差異, 小泉(1950)은 光線에 대한 蠶蠶의 行動, 清水등(1964)은 幼蟲腹脚의 退化的 鈎爪數, 清水등(1965)은 卵殼의 $FeCl_3$ 의 染色性에 대한 品種差異, 清水·伊藤(1965)은 繭層練減率 및 Lou-siness 纖維의 多少, 入戶野(1960)는 血球 小球細胞의 有無, 水田佐藤(1965)은 前部絲腺의 氣管分布, 伊藤등(1965)은 光線에 의한 產卵 抑制作用, 市川·劍持(1959)는 越年卵의 活性化 差異, 加藤(1982)은 人工飼料育蠶에 있어서의 飼料效率, 清水·松野(1975)는 蠶蠶의 人工飼料 攝食性, 山本등(1983)은 產卵數, 渡邊·高野(1966)는 殺蟲劑 抵抗性, 橫山(1967)은 血液筋肉反應의 差異, 丸山(1977)은 마이리스病에 대한 抵抗性, 藤本·林屋(1961)은 繭의 含有色素, 蟻木등(1987)은 高溫抵抗性等 特定形質의 個別的 調査에 依하여 品種을 分類하였다.

그러나 이와같은 地理的 品種들의 分類結果는 ① 分類 그 自體로서의 意味, 또는 ② 누에의 品種分化推定에 主로 利用되었고 育種에 直接的으로 利用한 報告는 많지않다. 누에의 育種方法을 보면 1900年代 以前까지는 主로 純系分離 育種法에 依하여 優良品種을 選拔하였고, 1906年 外山(1906)에 依하여 처음으로 Heterosis를 利用한 一代交雜種의 利用이 提案된 以來 지금까지 雜種強勢를 利用한 交雜育種法이 主로 使用되고 있다.

優良한 實用누에品種을 育成하기 爲해서는 選拔集團內에서 目的形質의 遺傳的 變異가 커야하며 또한 이들 育種素材의 特性이 正確하게 評價된 후 育種素材의 選定이 이루어져야 할 것으로 본다.

이러한 目的을 達成하기 爲해서는 많은 品種의 個別的 特性이 客觀性있게 評價되어야 하나, 單一變量에 依하여는 全體의인 變異의 構造를 把握하기가 어렵다.

따라서 가능한한 品種의 여러가지 特性이 總合적으로 要約되어 評價될 수 있는 統計的인 方法이 필요하며 이를 爲해 많이 使用되는 方法이 多變量 解析法으로, 作物이나 家畜의 數值的 分類등에 흔히 使用되고 있다.

누에의 境遇 多變量 解析法을 利用한 分類는 主로 主成分分析에 依한 것으로서 大塚等(1975)은 保存 場所를 달리한 同一品種의 主成分 得點에 依한 散點圖로서 品種의 類似性을 檢討하였고 中川(1982)은 蠶品種共通 試驗成績의 年次 및 地域에 따른 形質發現의 特性을 解析하였다. 蒲生·中川(1982)은 蠶品種比較試驗에서 主成分分析法을 利用하여 品種間의 類緣關係와 地域에 따른 形質發現特性을 檢討한 바 있고 谷口等(1978)도

多變量解析法으로 育種效果를 評價하였다.

이와같이 누에에 있어서 多變量解析法으로 品種을 分類한 報告는 그다지 많지 않다. 반면에, 李(李, 1980)를 비롯하여 참깨(安·蔡, 1984), 油採(崔·李, 1979) 옥수수(李·崔, 1979; 望月, 1968), 林木(李 1985; 紫田, 1976), 陸地棉(桂등, 1983), 콩(宮崎, 1982), Ryegrass(山口·鈴木, 1985), 감귤(半田·大垣, 1985), 土地(辻, 1981), 市場밀감(小會仁 1972), 纖維(靑谷, 1975)등의 分野에서는 많은 研究報告가 있다.

따라서 本研究에서는 現在 國內에서 保存중인 누에 品種(蠶試保存品種)을 多變量解析法을 利用하여 分類하고 그 結果가 앞으로 育種素材選拔에 實用的으로 적용될 수 있는가의 가능성에 대하여 검토하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試品種 및 調査形質

供試品種은 現在 蠶業試驗場에서 保存하고 있는 日本種 53, 中國種 62, 유럽種 21, 韓國種 2, 熱帶種 7, 其他 3品種등 總 148個 品種(表 1)으로 1987年 春蠶期에 蠶業試驗場의 育種蠶室에서 飼育되었다. 供試量은 品種當 2蛾分(1/3蛾×6)을 飼育하여 4齡起蠶때 區當 150頭로 하였으며 이에 對하여 化蛹比率, 上繭比率, 收繭量, 1/顆數, 單繭重, 繭層重, 繭層比率, 5齡經過日數 및 全齡經過日數등 9個 形質을 蠶業試驗調查標準에 準하여 調査하였다.

2. 主要 調査形質의 統計的 分析

統計的 分析은 主成分分析과 集落分析(Cluster analysis)을 利用하였으며 集落分析에서는 主成分分析의 第1主成分~第3主成分까지의 스코어로 city-block distance $\left(1 - \frac{X_i - X_j}{\text{range}}\right)$ 를 計算한 후 平均連關法에 의하여 dendrogram을 作成하였다(R.A. Johnson & D.W. Wichern, 1982).

III. 結果 및 考察

1. 主要 形質의 變異 및 相互關係

供試된 148個 品種의 調査 形質에 대한 基本 統計量은 表 2와 같다.

調査된 9개 形質의 平均값은 化蛹比率 92.0%, 上繭比率 89.0%, 4齡起蠶 1萬頭收繭量(이하 收繭量으로 약칭함) 15.4kg, 1/顆數 80.2顆, 單繭重 1.75g, 繭層重 35.5cg, 繭層比率 19.9%, 5齡經過日數 6.7日, 全齡經過日數 24.2日이었다. 또 形質別 變異係數는 1/顆數, 繭層重, 繭層比率는 各各 20.3%, 26.5%, 19.1%로

Table 1. The 148 silkworm genetic stocks and their geographical origins investigated in the work.

Index No.	Names of varieties	Index No.	Names of varieties	Index No.	Names of varieties	Index No.	Names of varieties	Index No.	Names of varieties	Index No.	Names of varieties
1	N 6	26	Myohyang	51	Jökjökjök	76	Kwasöpyöng	101	C57	126	Jung 112
2	N 9	27	Paektu	52	Hwangyu	77	Kal H	102	C60	127	Ji 7 ho
3	N12	28	BN hui	53	Hükjam	78	Karwon	103	Tuk C60	128	Jungjong
4	N13	29	Pibaekjam	54	Kul7	79	Naktong	104	C61	129	Chöngchön
5	N15	30	Paekan E ^h kwaingji	55	Ku27	80	C3	105	C66	130	Chönmun
6	N18	31	Pukak	56	Lemon	81	C5	106	C68	131	Crimson
7	N19	32	Paekyongbaekranhyöng	57	Ntiöpe	82	C7	107	C70	132	Q hübaekran
8	N24	33	Sörak	58	Baghdad	83	C10	108	C76	133	Hansöngnansae
9	N26	34	34	59	B-1	84	C11	109	C78	134	Hansöngbanmun
10	N27	35	Sögang	60	Syansyurian	85	C12	110	C79	135	Hangang
11	N28	36	4051	61	S.K.	86	C14	111	C hübaekran	136	Hükyongbaekran
12	N29	37	Usöngroköi	62	Se215	87	C16	112	Shinjung 102	137	Sammyönhon ghübaek
13	N32	38	Usöngjöküi	63	Ubaek	88	C17	113	Soyang	138	Sön 3 ho
14	N39	39	Usök	64	Yulkukjam	89	C18	114	S.C.	139	SA2
15	N43	40	I9ho	65	IJPEtora	90	C25	115	4056	140	SA5
16	N44	41	II 83 hyöng	66	A.K.T.	91	C26	116	Urokpaekran	141	SA6
17	N50	42	Y54u	67	Aphyöng	92	C27	117	Ungjinhui	142	SA8
18	N63	43	141	68	E58	93	C31	118	Yonggakjam	143	SA10
19	N69	44	RHS	69	E56	94	C42	119	Ünryöng	144	SA17
20	N74	45	W 109	70	Q	95	C44	120	R Hwang	145	HM
21	N76	46	Jam 103	71	PK	96	C45	121	L.Y.	146	Kyönsaejök
22	N80	47	Jam 115	72	Huka	97	C46	122	Jam 104	147	Chuhwahyöng
23	Mudung	48	J 95	73	Hojam	98	C48	123	Jam 116	148	Hükshihyöngbaekran
24	Moran	49	JIN	74	Hansönghojam	99	C51	124	Jung 14 (Hwang)		
25	Myön 49	50	N hübaekran	75	Kümgang	100	C53	125	Jung 17		

Japanese strains: Index No. 1 thru No. 53

European strains: Index No. 54 thru No. 74

Chinese strains: Index No. 75 thru No. 136

Korean strains: Index No. 137 thru No. 138

Tropical strains: Index No. 139 thru No. 145

Non-identified strains: Index No. 146 thru No. 148

Table 2. Statistics of the 9 major characters.

Characters	Mean	Variance	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	Maximum value	Minimum value	Range
Pupation percentage	92.0	25.0	5.0	5.4	100	72.7	27.3
Good cocoon percentage	89.0	42.9	6.6	7.4	100	70.2	29.8
Cocoon yield	15.4	4.1	2.0	13.1	19.5	9.1	10.4
No. of cocoons per liter	80.2	265.4	16.3	20.3	132	39.0	93.0
Single cocoon weight	1.75	0.04	0.20	11.4	2.19	1.11	1.08
Cocoon shell weight	35.5	88.1	9.4	26.5	66.8	12.0	54.8
Cocoon shell percentage	19.9	14.4	3.8	19.1	26	8.8	17.2
Larval period of the 5th instar silkworm	6.7	0.7	0.8	12.3	9	5.1	3.9
Total larval period of the silkworm	24.2	1.4	1.2	4.9	27.5	21.0	6.5

Table 3. Correlation coefficient between the 9 major characters.

Characters	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
Pupation percentage(X ₁)	—	0.44**	0.41**	-0.05	-0.01	0.03	-0.00	-0.11	-0.16
Good cocoon percentage(X ₂)		—	0.37**	0.02	-0.01	-0.02	-0.04	-0.23**	-0.27**
Cocoon yield(X ₃)			—	-0.61**	0.77**	0.65**	0.47**	0.24**	0.23**
No. of cocoons per liter(X ₄)				—	-0.66**	-0.67**	-0.60**	-0.40**	-0.40**
Single cocoon weight(X ₅)					—	0.78**	0.59**	0.42**	0.52**
Cocoon shell weight(X ₆)						—	0.90**	0.56**	0.59**
Cocoon shell percentage(X ₇)							—	0.57**	0.58**
Larval period of the 5th instar silkworm (X ₈)								—	0.77**
Total larval period of the silkworm (X ₉)									—

**Significant at 1% level of probability.

比較의 높았으며 5齡經過日數, 收繭量, 單繭重은 各各 12.3%, 13.1%, 11.4%로 中間程度이고 全齡經過日數, 化蛹比率, 上繭比率은 各各 4.9%, 5.4%, 7.4%로 比較의 낮았다.

한편 調査形質 相互間의 相關係數를 보면(表 3) 生存率로 代表되는 化蛹比率은 上繭比率 및 收繭量과 高度의 正의 相關을 보였으며 收繭量은 1/顆數를 제외하고 모든 形質과 高度의 正의 相關을 보인 것이 特徵이었다. 1/顆數는 收繭量, 單繭重, 繭層重, 繭層比率, 5齡經過日數 및 全齡經過日數와는 高度의 負의 相關을 가진 반면 化蛹比率, 上繭比率과는 전혀 相關이 없었으며 收繭量, 單繭重, 繭層重, 繭層比率, 5齡經過日數, 全齡經過日數는 相互間에 高度의 正의 相關을 보였다.

2. 主成分의 導出과 固有벡터

調査形質의 總合特性值을 導出하기 위하여 9個의 變數를 相互間의 相關係數行列을 利用, 主成分分析을 한 結果, 主成分別 固有值, 고유벡터, 寄與率, 累積寄與

率 및 主成分과 形質間의 相互關係는 表 4, 表 5, 表 6과 같다. 表 4에서 9個形質의 9個 主成分中에서 第 1 主成分에서 第 3 主成分까지의 固有值(寄與率)가 各各 $\lambda_1=4.468(49.64\%)$, $\lambda_2=1.948(21.64\%)$, $\lambda_3=0.787(8.75\%)$ 이며 累積寄與率은 80.04%로 나타났다. 반면 第 4 主成分에서 第 9 主成分까지의 6個 主成分의 固有值(寄與率)는 各各 $\lambda_4=0.560(6.22\%)$, $\lambda_5=0.478(5.31\%)$, $\lambda_6=0.377(4.19\%)$, $\lambda_7=0.229(2.55\%)$, $\lambda_8=0.095(1.06\%)$, $\lambda_9=0.057(0.64\%)$ 로서 累積寄與率은 19.96%에 불과하다. 따라서 本 試驗에서 行할 누에의 品種 分類는 9個의 形質로부터 導出된 3個의 主成分으로도 情報의 損失을 적게 하면서 可能한 것으로 생각된다. 다음으로 表 5에서 第 1 主成分의 固有벡터를 보면 1/顆數(X₄), 單繭重(X₅), 繭層重(X₆) 및 繭層比率(X₇)의 값이 各各 -0.370, 0.405, 0.442, 0.405로서 第 1 主成分의 값에 크게 寄與하였고, 表 6의 形質과 主成分과의 相關關係(因子負荷量)에서도 이들 形質이 第 1

主成分과 높은 相關關係를 보였다. 또한 이와함께 收繭量(X_3), 5齡經過日數(X_5) 및 全齡經過日數(X_9)도 第1成分에 상당히 關與하고 있음을 알 수 있다. 즉 化蛹比率(X_1), 上繭比率(X_2)을 제외한 대부분의 形質들이 第1主成分에 關與하고 있는데 이들 形質은 絹生産性과 밀접하게 關連있는 形質들이다. 따라서 第1主成分은 “絹生産性 因子”로 正義할 수 있겠다. 第2主成分의 固有벡터를 보면, 化蛹比率(X_1), 上繭比率(X_2),

收繭量(X_3)이 각각 0.541, 0.572, 0.427로서 다른 變數들에 비해 第2主成分에 크게 寄與하고 있으며 表 6의 主成分과의 相關係數(因子負荷量)에서도 같은 傾向이었다. 따라서 이 變數들은 繭生産의 基本으로 생각되는 生存率, 上繭比率 및 고치數量이므로 第2主成分은 “고치生産性 因子”로 正義할 수 있다. 또한 第3主成分의 固有벡터를 보면 化蛹比率 0.527, 5齡經過日數 0.518, 全齡經過日數 0.396으로 이들 세 變數는 “幼

Table 4. Eigen value (λ_k) and its cumulative contribution obtained from the principal component analysis (PCA) of the 9×9 correlation matrix.

Principal component	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9
Eigen value(λ_k)	4.468	1.948	0.787	0.560	0.478	0.377	0.229	0.095	0.057
Contribution(%)	49.64	21.64	8.75	6.22	5.31	4.19	2.55	1.06	0.64
Cumulative eigen value($\sum_{k=1}^9 \lambda_k$)	4.468	6.416	7.203	7.763	8.241	8.618	8.847	8.942	8.999
Cumulative contribution(%)	49.64	71.29	80.04	86.26	91.57	95.76	98.31	99.36	100.00

Table 5. The first three major eigen vectors calculated from the correlation matrix of the 9 quantitative characters of the 148 silkworm genetic stocks.

Characters.	Principal components	Z_1	Z_2	Z_3
Pupation percentage		0.018	0.541	0.527
Good cocoon percentage		-0.020	0.572	0.197
Cocoon yield		0.338	0.427	-0.143
No. of cocoons per liter		-0.370	-0.087	0.337
Single cocoon weight		0.405	0.089	-0.338
Cocoon shell weight		0.442	0.022	-0.068
Cocoon shell percentage		0.405	-0.047	0.070
Larval period of the 5th instar silkworm		0.329	-0.286	0.518
Total larval period of the silkworm		0.342	-0.313	0.396

Table 6. Correlation coefficients between the major quantitative characters and principal components, and cumulative contribution of characters to the first three principal components.

Characters	Principal componts			Cumulative contribution(%)
	Z_1	Z_2	Z_3	
Pupation percentage	0.039	0.755**	0.467**	79.0
Good cocoon percentage	-0.042	0.799**	0.175	67.1
Cocoon yield	0.714**	0.595**	-0.127	88.0
No. of cocoons per liter	-0.782**	-0.122	0.299**	71.6
Single cocoon weight	0.855**	0.124	-0.300**	83.6
Cocoon shell weight	0.935**	0.030	-0.060	87.9
Cocoon shell percentage	0.856**	-0.065	0.062	74.1
Larval period of the 5th instar silkworm	0.695**	-0.400**	0.460**	85.5
Total larval period of the silkworm	0.724**	-0.437**	0.352**	83.9

**Significant at 1% level of probability.

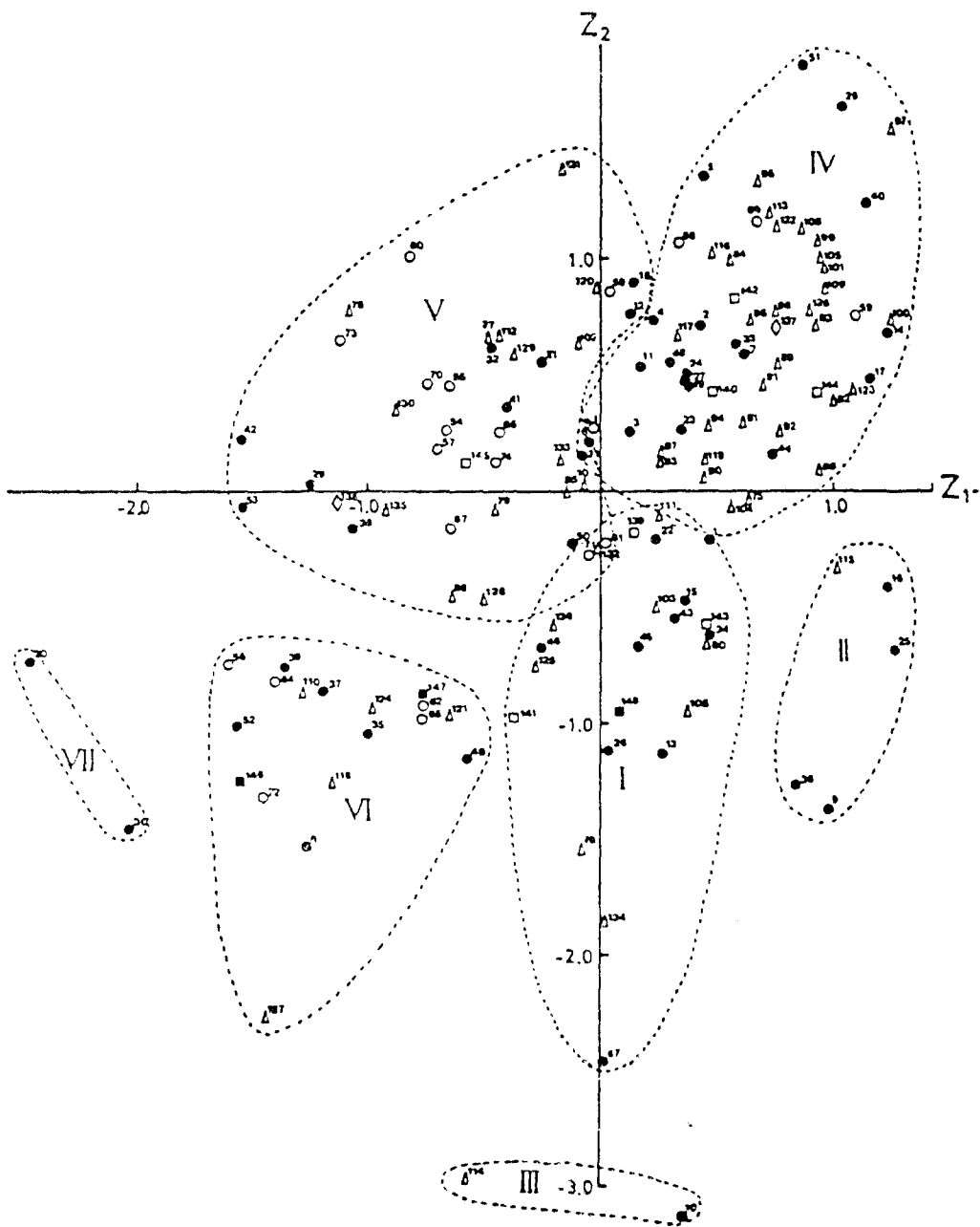


Fig. 1. Diagram from principal component analysis. The diagram shows the positions of the 148 silk worm genetic stocks against the first (Z_1) and the second (Z_2) principal components. The population was clearly classified into 7 varietal groups on the diagram. The Arabic numerals are the same as in Table 1 and Fig. 2. The marks in the Z_1 - Z_2 plane represent geographical origins of each silk worm variety; •, Japanese; Δ , Chinese; \circ , European; \diamond , Korean; \square , Tropical; \blacksquare , Non-identified.

蟲經過日數”와 깊은 關係가 있는 듯 하나, 化蛹比率도 깊어 關與하고 있는 것으로 보아 第3主成分의 特性值를 正確히 正義하기는 어렵다고 하겠다. 특히 앞에서 第3主成分의 寄與도가 7%정도인 점을 감안할 때 第3主成分이 分類에 寄與하는 程度는 微小한 것으로서 本研究의 品種 分類에는 크게 寄與하지 못할 것으로 볼 수 있겠다.

3. 主成分스코아를 利用한 品種分類

固有벡터를 利用하여 $Z_1 = 0.018x_1 - 0.020x_2 + \dots + 0.329x_8 + 0.342x_9$, $Z_2 = 0.541x_1 + 0.572x_2 + \dots - 0.286x_8$

$-0.013x_9$ 로 計算된 第1主成分 및 第2主成分스코아를 가지고 148個 品種의 散點도를 그린 結果는 그림 1과 같다(단, 點線에 의한 品種群 分類는 city-block distance에 의하여 最終 結定된 것임). 그림 1을 보면 供試된 148品種이 Z_1-Z_2 散點도의 4面에 關고루 分佈하고 있는데 이 중에서 특히 日本種(●表示)의 경우, 그 흠어짐 程度가 심하였는데 이는 日本品種들의 遺傳的 變異의 多樣性을 示唆하는 것이라고 하겠다. 반면에 中國種(△表示)은 第1主成分 및 第2主成分스코아가 대부분 陽의 값을 갖는 것으로 나타났는데

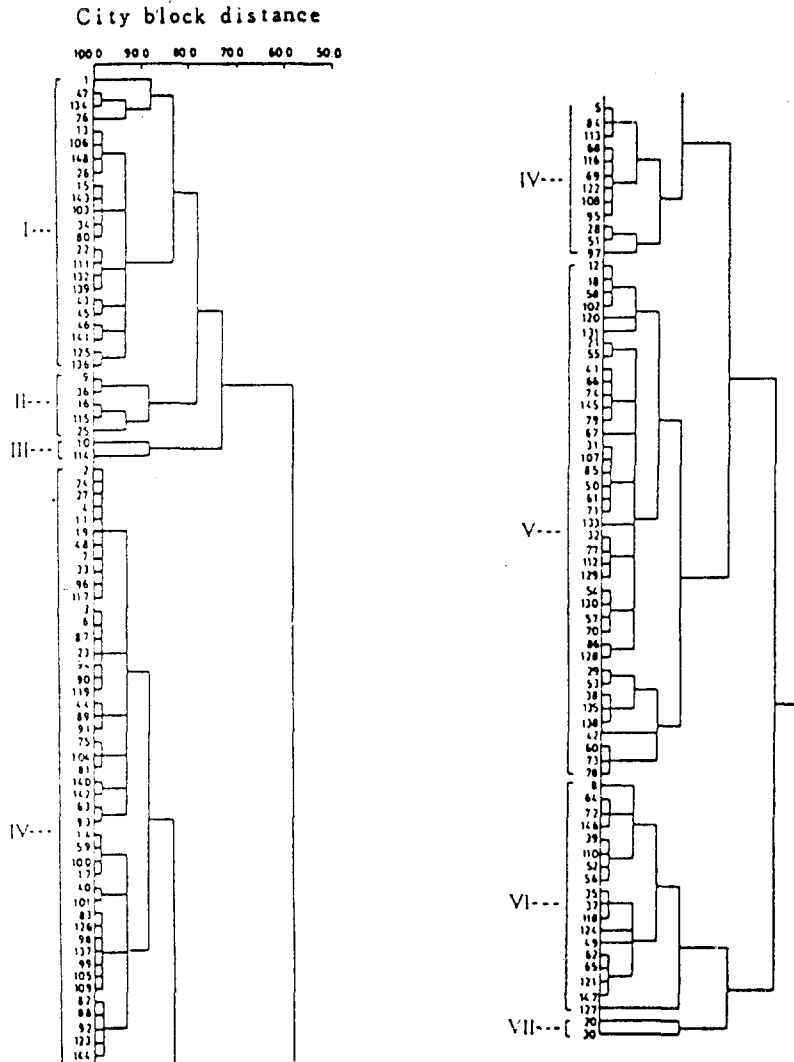


Fig. 2. Dendrogram based on the city block distance calculated from the first three principal component scores of the 148 silkworm genetic stocks. The Roman numerals indicate varietal groups clustered by average linkage method. See table 1 for Arabic numerals showing index number of the variety.

Table 7. Mean values of each character in each varietal group clustered by city block distance based on the first three principal component scores.

Varietal groups	No. of the silkworms varieties	Pupation percentage (%)	Good cocoon percentage (%)	Cocoon yield (kg)	No. of cocoons per liter	Single cocoon weight (g)	Cocoon shell weight (cg)	Cocoon shell percentage (%)	Larval period of the 5th instar silkworm (days)	Total larval period of the silkworm (days)
I	23	87.7±3.9 (4.5)	83.3±5.3 (6.3)	14.6±1.3 (8.9)	75±9 (11.4)	1.77±0.09 (5.3)	37.6±4.3 (11.4)	21.3±2.8 (13.0)	7.054±0.703 (10.0)	24.756±1.164 (4.7)
II	5	85.1±2.6 (3.0)	79.3±4.8 (6.0)	16.3±1.4 (8.4)	57±10 (17.8)	2.04±0.08 (3.7)	47.5±2.4 (5.1)	23.3±1.0 (4.2)	8.117±0.616 (7.6)	26.167±0.855 (3.3)
III	2	73.4±1.0 (1.3)	71.7±2.1 (2.9)	12.2±0.2 (1.7)	91±8 (9.3)	1.78±0.12 (6.8)	40.6±9.9 (24.4)	22.8±3.8 (16.7)	7.646±1.915 (25.0)	25.667±2.121 (8.3)
IV	58	94.2±3.1 (3.2)	91.7±4.2 (4.6)	17.0±1.2 (7.0)	70±10 (14.4)	1.89±0.12 (6.2)	42.6±4.9 (11.5)	22.3±1.9 (8.7)	7.013±0.665 (9.5)	24.430±0.813 (3.3)
V	40	94.5±2.9 (3.1)	92.7±4.1 (4.4)	15.0±1.1 (7.5)	90±12 (13.1)	1.62±0.13 (7.8)	28.9±5.7 (19.7)	17.7±3.1 (17.8)	6.252±0.714 (11.4)	23.629±0.947 (4.0)
VI	18	89.2±4.6 (5.2)	83.4±5.7 (6.8)	12.6±0.9 (7.4)	97±14 (14.6)	1.52±0.12 (7.7)	22.7±5.5 (24.3)	14.8±2.8 (19.1)	6.148±0.451 (7.3)	24.097±1.122 (4.9)
VII	2	89.3±6.6 (7.4)	93.9±0.4 (0.4)	9.6±0.6 (6.7)	122±14 (11.6)	1.18±0.09 (7.8)	15.6±2.8 (18.1)	13.3±1.3 (10.1)	6.646±1.915 (28.8)	23.021±0.206 (0.9)

*C.V:()

이는 絹生産性 및 고치生産性이 모두 優秀하다는 意味로서 이 結果는 현재까지 이 두가지의 特性에서 모두 優秀하다는 中國品種들의 인본적 特性과 一致하는 것이라 고 볼 수 있다. 유럽種(○表示)의 경우 第1主成分은 陰의 값을, 第2主成分은 陽의 값을 가지는 品種들이 많아서 絹生産性은 낮고 고치生産性은 比較的 높은것으로 나타났다. 以上の 結果를 綜合하여 볼 때 主成分分析을 利用한 品種의 分類方法은 既存의 地理的 品種들의 特性을 보다 明確히 表示할 수 있었고 특히 이것을 育種母品種選抜과 連關시켜 볼 때 主成分分析의 主成分스코어가 앞으로 보다 客觀性 있는 選抜基準으로 使用될 수 있을 것으로 보이며 이에 대하여는 앞으로 더욱 研究 檢討되어야 할 것으로 생각된다.

4. City-block distance(品種間 距離)를 利用한 分類

앞에서 計算한 第1主成分에서 第3主成分까지의 스코어를 使用하여 city-block distance를 計算하고 이를 利用하여 平均連關法으로 148個 品種을 分類한 結果는 그림 2와 같다. 우선 city-block distance 80%를 基準으로 品種群을 分類하면 148個 品種을 7個의 品種群으로 分類할 수 있었는데(그림 2), 品種群別 主要形質의 特性을 보면(表 7), I群은 23個 品種으로 構成되어 있으며, 化蛹比率 87.7%, 收繭量 14.6kg, 單繭重 1.77g, 繭層重 37.6cg, 繭層比率 21.3%로, 絹生産性이 中程度이며 고치生産性은 낮은 品種群이다. II群은 5個 品種으로 構成되어있고 化蛹比率 85.1%, 收繭量 16.3kg, 單繭重 2.04g, 繭層重 47.5cg, 繭層比率 23.3%인데 대부분 絹生産性이 높은 日本種이었다.

III群은 2個 品種으로 構成되어 있고, 化蛹比率 74.4

%, 收繭量 12.2kg, 單繭重 1.78g, 繭層重 40.6cg, 繭層比率 22.8%로시 絹生産性이 中程度인 品種群이었다. IV群은 58個品種으로 構成되었으며, 群別構成品種數가 가장 많았고, 化蛹比率 94.2%, 收繭量 17.0kg, 單繭重 1.89g, 繭層重 42.6cg, 繭層比率 22.3%로 絹 및 고치生産性이 가장 우수한 品種群이었다. V群은 40個의 品種으로 構成되어 있으며 化蛹比率 94.5%, 收繭量 15.0kg, 單繭重 1.62g, 繭層重 28.9cg, 繭層比率 17.7%로 生存率은 높으나, 고치收量성이 떨어지는 品種群이었다. 그 이유는 주로 單繭重, 繭層重, 繭層比率이 낮기 때문으로 생각된다. VI群은 18個 品種으로 構成되어 있으며 化蛹比率 89.2%, 收繭量 12.6kg, 單繭重 1.52g, 繭層重 22.7cg, 繭層比率 14.8%로 絹生産性이 매우 낮은 군이며 VII群은 2個의 品種으로 構成되었으며 絹 및 고치生産性이 극히 낮은 品種群이었다.

5. 品種分類結果와 地理的 品種과의 關係

主成分分析에 依한 品種分類(그림 1) 및 city block distance(品種間 距離)에 의한 品種分類(그림 2)의 結果를 가지고 各 地理的 品種들과 品種群과의 關係를 보면(表 8) 日本種의 경우 各 群別 構成比率는 IV群에 35.8%, V群에 20.8%, I群에 18.9%, VI群에 11.3%, II群에 7.5%, VII群에 3.8%, III群에 1.9%로 各 品種群에 分散되어 있었는데, 이 結果는 日本品種들이 中國種 1化性으로부터 日本種으로 分化되는 과정에서 (吉武, 1988) 많은 遺傳的, 環境的 變化를 받으면서 遺傳子가 多樣化되었기 때문으로 생각된다. 반면에 中國種의 경우는 IV群에 50%, V群에 24.2%, I群에 14.5%로 IV群에 集中되어 있는 것으로 나타났는데 이는 中國品種들의 分化가 比較的 단순하고 環境에 의한

Table 8. Number of the silkworm varieties of the corresponding geographical origins within each varietal groups classified on the basis of city block distance calculated from the first three principal component scores.

Varietal groups	Geographical origins					
	Japanese	Chinese	European	Tropical	Korean	Non-identified
I	10(18.9)	9(14.5)	—	3(42.9)	—	1(33.3)
II	4(7.5)	1(1.6)	—	—	—	—
III	1(1.9)	1(1.6)	—	—	—	—
IV	19(35.8)	31(50.0)	4(19.0)	3(42.9)	1(50.0)	—
V	11(20.8)	15(24.2)	12(57.1)	1(14.2)	1(50.0)	—
VI	6(11.3)	5(8.1)	5(23.8)	—	—	2(66.7)
VII	2(3.8)	—	—	—	—	—
Total	53 (100)	62 (100)	21 (99)	7 (100)	2 (100)	3 (100)

* The numerals in the parenthesis indicate percentage of the corresponding varieties within each varietal group to a total of the silkworm varieties of each geographical origin.

변화의 기회가比較的 적었던 때문이라고 보여진다. 한편 유럽種의 경우, 절반이상의品種들(57.1%)이 V群에 집중되어 있음으로서中國種과함께 遺傳的 多樣性이 적은 것으로 나타났는데 이는中國과 유럽의 지리적 인접성에 기인한 것이 아닌가 싶다.

이상의 결과를 앞에서 分析한 主成分分析의 散點圖上的 위치와 연관시켜 점선으로 표시하여 보면(그림 1), 中國品種들은 주로 第Ⅳ群에 속해있었고, 日本品種들은 各品種群에 흩어져 분포하고 있었으며, 유럽品種들은 V群과 Ⅵ群에 나뉘어져 분포하고 있었다. 따라서 主成分分析과 city block distance에 의한 分類를 종합하면, 主成分分析에 의한 散點圖上的 分類만으로는 어려운 集落化가 가능하여 보다 명확히 가지적으로 品種의 分類結果를 평면도상에 표시할 수 있었다.

摘 要

國內에서 保存中인 148個 누에 品種을 供試하여 化蛹比率, 上繭比率, 收繭量, 1/顆數, 單繭重, 繭層重, 繭層比率, 5齡經過日數, 全齡經過日數 등 9個形質을 調査하여 主成分分析과 集落分析方法으로 品種分類를 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 相關分析結果, 收繭量, 單繭重, 繭層重, 繭層比率, 5齡經過日數, 全齡經過日數의 6個形質은 相互間에 高度의 正의 相關關係를 보였다.

2. 9個 調査形質의 相關係數에 對한 主成分分析 結果, 第一主成分~第三主成分까지의 3主成分에 의해 全情報量의 約 80%가 解析되었으며, 第1主成分은 絹生 生産性因子, 第二主成分은 고치生産性因子로 特徵지워졌으며 第三主成分은 總合特性值의 特性을 정의하기 어려웠다.

3. 主成分 스코어를 利用하여 計算한 city block distance(品種間距離)에 의하여 148個 누에品種은 7個의 品種群으로 分類되었는데, I群은 絹生 生産성이 낮고 고치 生産성이 中 정도인 品種群으로 여러 地理的 品種들이 比較的 高루 分布되어 있었으며, II群은 絹生 生産성은 높으나 고치 生産성이 낮으며 日本種으로 構成되어 있었다. 第III群은 絹 및 고치 生産성이 公히 낮은 品種群이었고, 第IV群은 絹生 生産성과 고치 生産성이 同같이 가장 우수하였으며 주로 中國品種으로 構成되어 있었다. 第V群은 絹生 生産성은 높으나 고치 生産성이 낮았으며 대부분 유럽종으로 構成되어 있었다. 第VI群과 第VII群은 絹 및 고치 生産성이 낮은 日本種으로 構成되어 있었다.

3. 地理的 品種과 品種群과의 關係에서 中國品種들은 주로 第IV群에 分포되어 있었고 유럽種은 주로 第5

群에 分포되었으며, 日本種은 7개의 品種群에 高루 分포되어 遺傳적으로 가장 多樣的 것으로 나타났다.

引 用 文 獻

- 安相洛·蔡永巖 (1984) 多變量解析法에 의한 참깨의 品種群 分類. 韓育誌 16(3):340-348.
- 青谷寬 (1975) 主成分分析によるアクリル纖維の抗ヒル性と原綿物性の關係について. SEN-1 GAKKAISHI 31(12):559-565.
- 崔海椿·李正日 (1979) 主成分分析 및 Cluster分析을 利用한 油採品種의 分類. 育種誌 11(3):179-195.
- 浦生卓磨·中川浩 (1982) 主成分分析による蠶品種比較試驗의 解析. 蠶試彙報 (116):13-28.
- 藤本直正·林握慶三 (1961) 繭의 色素에 關する 研究, (VIII) 繭의 含有色素による 家蠶品種의 分類とその 地理的 分布について. 日蠶雜 30(2):83-88.
- 市川信一·劍持謙二 (1959) 保存蠶品種의 活性化調査. 蠶絲研究 (32-1):1-6.
- Inokuchi, T. and T. Ito (1973) Variations in free amino acid composition of larval hemolymph among varieties of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Jap. 42(2):105-116.
- 伊藤豊雄·松野道雄·渡邊一己 (1965) 家蠶의 光線による 産卵抑制作用의 品種間差異. 蠶絲研究 55:11-18.
- 加藤正雄 (1982) 人工飼料育蠶における 飼料效率의 品種間差異. 蠶試彙報 115:29-38.
- 小曾戸和夫·飯野久榮 (1972) 温州ミカンの 食味評價 (第1報), 主成分分析による 市場ミカンの 形質의 解析. 園學雜 41(1):83-91.
- 小泉二郎 (1950) 光線에 對する 蠶蠶의 行動. 日蠶雜 19(5):417-421.
- 桂鳳明·菊池文雄·志加敏夫 (1983) Cluster 分析에 의한 陸地 棉 品種의 分類에 關한 研究. 韓育誌 15(2):118-129.
- Johnson, R.A. and D.W. Wichern (1982) Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall.
- 李仁燮·崔鳳鎬 (1982) 主成分分析에 의한 韓國在來種 옥수수의 解析 및 系統分類. 韓育誌 14(3):294-303.
- 李光南 (1985) 主成分 및 正準相關分析에 의한 樹幹成長 解析에 關하여. 韓國林學會誌 (70):7-16.
- 李榮萬 (1980) 多變量解析法에 의한 벼의 品種群分類 및 이들 品種群間의 組合能力. 育種誌 12(2):61-92.
- 丸山長治 (1977) ウイルス性軟化病, 細胞質多角體病および核多角體病에 對する 蠶品種의 抵抗力. 蠶絲研究

- 101:116-151.
- 松村秀美 (1951) 日本種, 支那種, 印度支那種及び歐羅巴種のアミラーゼ型の分布. 蠶試報 13:521-533.
- 宮崎尚時 (1982) リョクトウ類の類縁関係と分類群の推定. 農技研報 D (33):1-61.
- 水田美照・佐藤誠 (1965) 家蠶の胸部糸腺の気管分布. 日蠶雜 34(5):321-326.
- 望月昇 (1968) 主成分分析によるトウモロコシの品種分類と育種材料探索に関する研究. 農技研報 D (19):85-149.
- 嶋木理・永易健一・渡邊昭典 (1987) カイコ 5齡幼蟲期における高温の影響に関する品種間差異. 日本蠶絲學會 第57回 學術講演會 講演要旨集 p.79.
- 入戸野康彦 (1960) 家蠶の血球に関する研究. 蠶試報 16(4):171-259.
- 大塚雅雄・廣部達道・蒲生卓磨・阿部泰治・高橋正・八鍬春美 (1975) 保存場所を異にする同名蠶品種の類似性の検討. 蠶試彙報 (102):69-81.
- 柴田勝 (1976) 針葉の主成分分析による雜種アカクロマツ (*Pinus densithunbergii* UYEKI) の分類. 育種 26 (2):77-90.
- 清水久仁光・松野道雄 (1975) 保存蠶品種の蟻蠶の人工飼料攝食性. 蠶絲研究 (97):9-24.
- 清水滋・堀内彬明・四方榮市 (1964) 幼蟲腹脚の退化的鈎爪數による蠶の系統分類. 日蠶雜 33:9-23.
- 清水滋・堀内彬明・波島千恵子・安江昇 (1965) 2,3 特性よりみたカイコの系統間差異について, I. 蟻蠶の動き幼蟲腹脚の退化的爪數および卵殼の FeCl_3 による着色性. 蠶試彙 87:1-3.
- 清水滋・伊藤豊雄 (1965) 2,3 特性よりみたカイコの系統間差異について, II. 繭層の練減歩合およびラウジネス纖維の多少. 蠶試彙報 87:4-5.
- 外山龜太郎 (1906) 蠶種論. 586-634.
- 谷口義雄・齊藤滋隆・大塚雅雄 (1978) 交雜種比較試験データからみた家蠶における育種効果の評価. 蠶試彙報 (106):117-131.
- 辻雅男 (1981) 農地保全の理論と方法, 土地分級論による接近. 農技研報H (54):1-100.
- 中川浩 (1982) 主成分分析による中部支場蠶品種共通試験成績年次變化の解析. 蠶絲研究 (123):33-43.
- 渡邊仁・高野繁通 (1966) カイコの殺蟲劑抵抗性に関する研究 II. DDTおよび Sumithion 抵抗性の遺傳様式. 應動昆 10(4):167-173.
- 山口秀和・鈴木茂 (1985) イタリアンライグラス出穂性の構成要因とその變異. 農技研報 D (36):283-332.
- 山岸博・高柳謙治 (1982) Brassica 屬野採の種間交雜に関する研究, I. 結球關連形質による種及び種間雜種の比較. 野採試驗場報告 A (10):1-9.
- 山本俊雄・清水文信・藤卷忠彦・清水久仁光・藤森胡友・塚島守利 (1983) 保存蠶品種における量的諸形質の品種特性, (1) 産卵數の品種特性ならびに他の數種量的形質との關係. 蠶試彙報 (118):19-33.
- 横山忠雄 (1967) 蠶の品種間における血液筋肉反應の差異とその應用上の意義. 蠶研彙 15:1-8.
- 吉武成美 (1968) 家蠶日本種の起源に関する一考察. 日蠶雜 37:83-87.