

韓國產 재래꿀벌의 電子計量形態學的 分類* II. 전 47형질에 대한 각 지역개체군간 判定分析

Electron-Morphometric Classification of the Native Honeybees from Korea*
Part II. Discriminant Analysis for Different Populations Based on the Total Characters

權 容 正 · 許 銀 葉¹

Yong Jung Kwon and Eun Yeop Huh¹

ABSTRACT In the present investigation, some multivariate discriminant analyses were done for each population of the native honeybee workers (*Apis cerana*), which were selected for 15 different localities in spring and 16 in summer from Korea. When the comparison of both seasons for different populations and regardless of seasons were conducted, all the classification results revealed that the differences were significantly prominent. And the length of fore tibia (FTL) was the best contributed character among the 47 morphometric characters used in the analysis.

KEY WORDS Morphometrics, numerical taxonomy, multivariate analysis, discriminant analysis, *Apis cerana*, Korea

초 록 우리나라에 분포하고 있는 재래꿀벌(*Apis cerana*)의 일벌(worker)을 대상으로 춘계 15지역 및 하계 16지역 개체군을 선택하였으며, 총 47개 정량형질에 대해 계절 및 개체군별로 판별분석(discriminant analysis)을 실시하였다. 그 결과, 각 계절별 및 개체군별 분리도는 모든 비교방법에서 매우 뚜렷하였다. 특히, 전체 47형질 중 앞다리 정질 길이(FTL)가 분리 기여도가 가장 큰 형질로 나타났다.

검 색 어 계량형태, 수리분류, 다변량해석, 판별분석, 재래꿀벌, 한국

동부 아시아에 널리 분포하고 있는 재래꿀벌(*Apis cerana*)은 현재 그 주요 서식 지역에 따라 *Apis cerana cerana* Fabr., *Apis cerana indica* Fabr., *Apis cerana philippina* Skor., *Apis cerana japonica* Rad. 등의 아종으로 분류되고 있다.

우리나라의 경우 토착종인 재래꿀벌에 대해 지금까지 전반적인 세부형태학적 조사는 물론, 국내분포 특성이나 동양종내의 그 분류학적 위치조차 전혀 파악되지 못한 상황이고, 다만

Ruttner(1988)에 의해 일본에 분포하고 있는 *Apis cerana japonica*와 가까운 'Group IV' 계통의 일원으로 잠정 취급되고 있는 실정이다.

꿀벌류의 종내 분류는 주로 형태형질 측정방식을 사용하고 있는데, Ruttner(1988)는 최상의 형질로 40개 형질을 제시하였고, 지금까지 한국산 꿀벌 계통에 대한 형질 우열평가는 일부형태적 형질을 측정 비교한 이와 최(1986)의 연구와 최근에 본 조사기간 중, 이(1990)에

1 慶北大學校 農科大學 農生物學科(Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea)

* 본 연구는 1990~1992년도 한국과학재단 연구비지원(901-1503-040-2)에 의한 결과임.

의해 동·서양종을 다시 비교한 연구 뿐이다.

본 조사에서는 우리나라산 재래꿀벌의 제량 형태학적 특성을 밝히기 위한 일환으로, 총 47개의 형태형질을 대상으로 다변량 해석방법인 판별분석(discriminant analysis)을 실시하고, 수리분류학적 측면에서 고유 계통의 제량 형태학적 형질의 특성과 기여도, 그 상호연관성을 계절별 및 개체군별로 비교하였다.

재료 및 방법

본 조사는 풍부한 표본 수집자료 Bank화가 될 수 있도록 채집조사 기간(1990. 5~1991. 10)중에 봄, 여름, 가을 등 계절별로 전국 주요 15~16개 지역에 분포하고 있는 토착계통의 봉군 중에서 일벌(worker)을 대상으로 각 채집지역마다 2~4봉군에서 약 20~30여 개체씩 수집한 결과, 약 10,000여 개체를 확보할 수 있었으며(그림 1), 현장조사를 통해 해당지역에서 장기간 사육되고 있는 토착봉군임을 확인한 후 채집하였고, 타지역에서 인위적으로 도입된 봉군의 경우는 모두 배제하였다.

그 중에서 본 조사에 이용된 표본은 각 계절별, 지역별 및 개체군별로 하여 Group당 20개체의 일벌을 기준으로, 춘계 15, 하계 16개 지역에서 49개체군씩 모두 1960개체를 선발하였는데, 일벌의 추계 개체군이 월동하여 그 일부가 춘계 신생개체군과 중복되므로 계절적 차이의 존재 여부를 알기위해 여기서는 춘계 및 하계 양계절별로만 비교하였다. 본편에서는 분석의 진행을 계절 및 개체군별로 구분하였고, 분석의 간결성을 기하기 위해 각 지역의 동소적 개체군 중에서 편의상 첫번째 개체군 하나씩만 택하여 투입했다(표 1).

형질관찰을 위해 각 부속형질은 해부하여 ethyl alcohol(95~98%)에 5~6초간, KOH(10%)에서 5~7시간(65~70°C) 처리하였다. 해부된 형질(키티질이 강하고 불투명한 형질들은 NaClO(4%)에 30~40분간 탈색)들은 다시 ethyl alcohol 제1액(95~98%)과 제2액(100%)

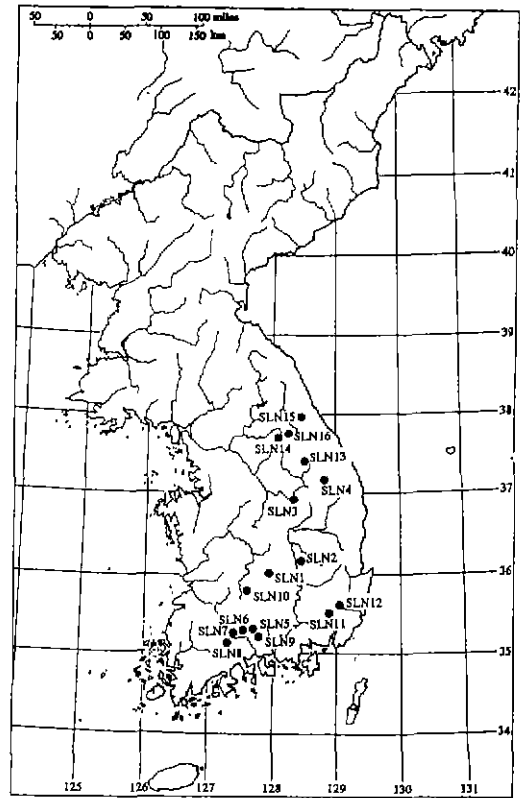


Fig. 1. Collected localities for the morphometric analysis of *Apis cerana* (for caption, see table 1).

에 각각 5~6초간 담근 후, aceton 제1,2액(99.5%)에 차례로 5~6초간 연속 처리하여 slide glass에 봉입하였다.

형태적 형질은 기초 전산통계를 통한 유의성 검정 후, Ruttner(1988)의 방법에 의한 형질과 새로 검토된 형질을 추가하여, 총 47개 형질을 본 조사에 사용했다(표 2, 그림 2).

선발된 모든 형질들은 광학현미경(Olympus BHA)과 실체현미경(Olympus SZH)이 장착된 digitizer(Summasketch plus)를 이용한 전자영상 미세측정장치를 microcomputer(Expert 386-SX, coprocessor: Intel 80387)와 연결해 측정하였으며, 10 μm(면적일 경우 10 μm²)까지 입력 처리되었다.

다변량해석은 SPSS/PC+(ver. 2.0)를 사용하여, 현재 널리 인정받고 있는 Wilks법을 도입했다(Kwon 1988).

Table 2. Codes for characters used in the morphometric analysis of *Apis cerana*

No.	Code	Character	No.	Code	Character
1	ASL	Antennal scape length	25	HWL	Hind wing length
2	FAL	Face length	26	HWW	Hind wing width
3	HEW	Head width	27	JLW	Jugal lobe width
4	DOA	Distance between ocellus & antennal socket	28	VWL	Vannal lobe width
5	PTL	Proboscis total length	29	TML	Transverse median vein length
6	PDL	Proboscis distal length	30	TCL	Transverse cubital vein length
7	FWA	Fore wing area	31	BWH	Hind wing hamuli
8	FWP	Fore wing perimeter	32	FFL	Fore leg femur length
9	FWL	Fore wing length	33	FTL	Fore leg tibia length
10	FWW	Fore wing width	34	MFL	Mid leg femur length
11	CCL	Costal cell length	35	MTL	Mid leg tibia length
12	SML	Submedian cell length	36	HFL	Hind leg femur length
13	SDL	Second discoidal cell length	37	HTL	Hind leg tibia length
14	FWX	Fore wing appendix	38	HML	Hind leg metatarsus length
15	MCL	Marginal cell length	39	HMW	Hind leg metatarsus width
16	SCL	Second cubital cell length	40	T3L	Tergite-3 length
17	SCW	Second cubital cell width	41	T4L	Tergite-4 length
18	CUA	Cubital vein distance a	42	S3L	Sternite-3 length
19	CUB	Cubital vein distance b	43	SWL	Sternite-3 wax plate length
20	CUC	Cubital vein distance c	44	SWW	Sternite-3 wax plate width
21	CUD	Cubital vein distance d	45	S6L	Sternite-6 length
22	TCW	Third cubital cell width	46	S6W	Sternite-6 width
23	HWA	Hind wing area	47	STL	Sting length
24	HWP	Hind wing perimeter			

결과 및 고찰

총계 개체군

이 분석에는 모두 15개체군을 판별분석하여 각 개체군간의 고유성에 대한 변이 정도를 해석하고자 한다.

모두 14개의 정준판별함수가 산출되었는데, 판별함수 1, 2의 고유군은 각각 4.3887 및 2.1114로서 41.87%의 누적판별력을 보였고, 정준상관관계수는 0.9025 및 0.8238로 나타났다. 기여도가 높은 1, 2 및 3의 판별함수를 모두 비교할 때, 그 판별력은 52.09%로 개선되며 이를 이용한 각 Group간 중심값을 3차원 상에서 비교하였다. 여기서는 일부 Group에서 그 중심값의 분리가 불확실하였다(그림 3).

제46단계 연산과정 후 모두 $P < 0.001$ 이었고, 특히 Group 1(Kayasan)과 Group 28(Chirisan 5)간 F값이 13.58로 가장 분리도가 높았고, 그 반면에, Group 25(Chirisan 4)와 Group 34(Yöngch'wisan)간의 F값은 낮았다.

단요인 분산분석에서 앞다리 경절 길이(FTL)가 F값 27.39로 기여도가 가장 높았으며, 뒷다리 기부절 폭(HMW)이 2.1로서 그 반대의 형질로 분석되었다(표 3).

분류결과, Group 1(Kayasan), Group 10

(Sobaeksan), Group 16(Chirisan 1), Group 28(Chirisan 5) 및 Group 43(Pangdaesan)은 각각 100%로 완전히 분리되었고, 평균분리율도 93.33%로 매우 높았다(표 4).

이상의 결과를 살펴보면, 지역 개체군간 변이해석에서 가장 기여도가 큰 형질은 역시 앞다리 경절길이(FTL)였다. 대부분 유의수준은 $P < 0.001$ 로서 매우 신뢰성 있게 분석되었고, 한편 평균 분리율 93.33%로서 날개형질만을 사용했던 경우(Kwon & Huh 1992)보다 크게 향상된 결과를 보여주어서, 각 개체군간 고유형질 특성이 매우 크게 인지되었다.

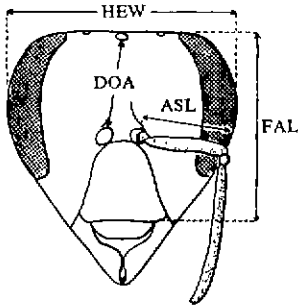
하계 개체군

이 분석에서는 모두 16개체군을 판별분석하여 각 개체군간의 고유성에 대한 변이 정도를 해석하고자 한다.

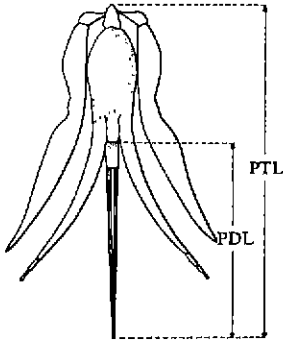
정준판별함수는 모두 15개가 산출되었는데, 판별함수 1,2의 고유군은 각각 2.9162, 1.8817로, 정준상관관계수는 0.8629, 0.8081로 나타났으며, 이들의 누적 판별력은 35.77%로 비교적 낮았다. 기여도가 높은 1,2 및 3의 판별함수를 모두 비교할 때, 그 판별력은 47.81%로 개선되며 이를 이용한 각 Group간의 중심값을 3차원 상에서 비교 분석하였다(그림 4).

제 46단계 연산과정 후 $P < 0.001$ 로 높은 신

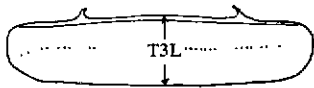
1. Head



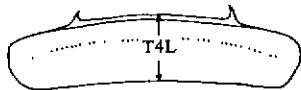
2. Proboscis



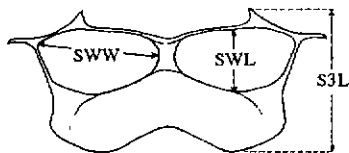
8. Tergite 3



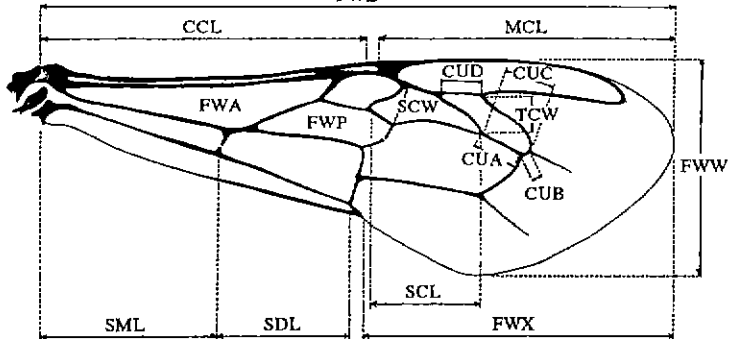
9. Tergite 4



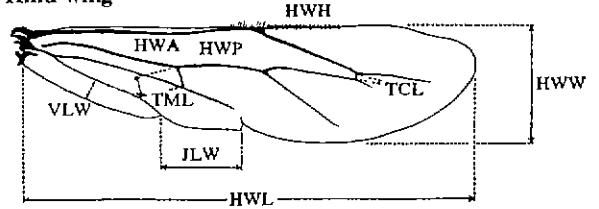
10. Sternite 3



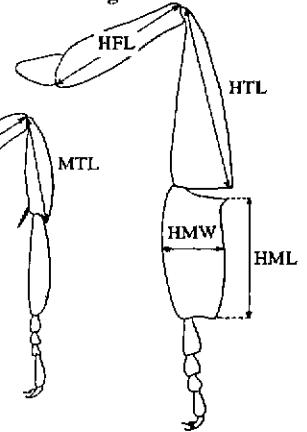
3. Fore wing



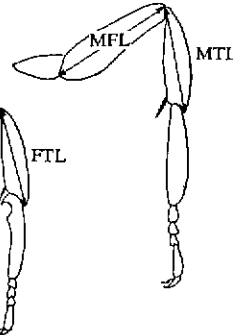
4. Hind wing



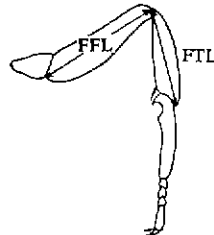
7. Hind leg



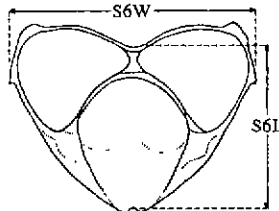
6. Mid leg



5. Fore leg



11. Sternite 6



12. Sting

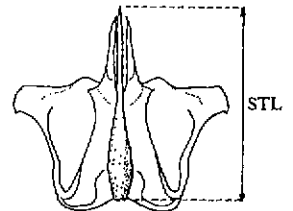


Fig. 2. Schematic drawings of the body parts of *Apis cerana* used in the morphometric analysis (character codes as in table 2).

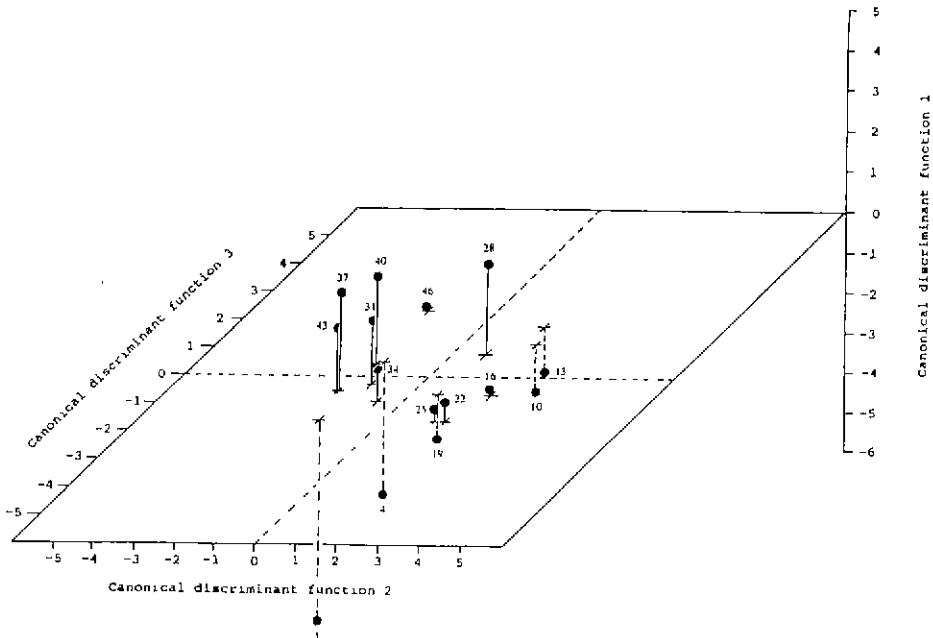


Fig. 3. 3-dimensional plot of the first 3 canonical discriminant functions by group centroids for different populations in spring based on the total characters.

Table 3. Tests for univariate equality of group means for different populations in spring based on the total characters

Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.	Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.
ASL	.70717	8.43	.0000	HWL	.73342	7.39	.0000
FAL	.81813	4.52	.0000	HWW	.86094	3.28	.0001
HEW	.69043	9.12	.0000	JLW	.71695	8.03	.0000
DOA	.89510	2.38	.0037	VLW	.79180	5.35	.0000
PTL	.59118	14.08	.0000	TML	.87962	2.78	.0007
PDL	.51605	19.09	.0000	TCL	.85522	3.44	.0000
FWA	.85084	10.92	.0000	HWH	.87794	2.83	.0005
FWP	.66911	10.07	.0000	PFL	.78823	5.46	.0000
FWL	.72868	7.58	.0000	FTL	.42632	27.39	.0000
FWW	.70781	8.40	.0000	MFL	.85262	3.51	.0000
CCL	.76703	6.18	.0000	MTL	.81994	4.47	.0000
SML	.77829	5.79	.0000	HFL	.85145	3.55	.0000
SDL	.79849	5.13	.0000	HTL	.72569	7.69	.0000
FWX	.78571	5.55	.0000	HML	.81350	4.66	.0000
MCL	.80093	5.06	.0000	HMW	.90611	2.10	.0115
SCL	.76316	6.31	.0000	T3L	.70379	8.56	.0000
SCW	.76017	6.42	.0000	T4L	.72874	7.57	.0000
CUA	.77459	5.92	.0000	S3L	.70890	8.36	.0000
CUB	.83757	3.94	.0000	SWL	.76341	6.30	.0000
CUC	.72960	7.54	.0000	SWW	.79513	5.24	.0000
CUD	.81940	4.48	.0000	S6L	.73899	7.19	.0000
TCW	.82800	4.22	.0000	S6W	.88537	2.63	.0013
HWA	.81597	4.59	.0000	STL	.81191	4.71	.0000
HWP	.80969	4.78	.0000				

퇴성을 보였으며, 특히 Group 58(Sobaeksan)과 Group 96(Chömobongsan)은 F값 8.853으로 가장 분리도가 높았고, 반면에 Group 70(Chirisan 3)과 Group 72(Chirisan 4)은 F값 2.574로 낮게 나타났다.

단요인 분산분석에서 가장 기여도가 큰 형질은 주둥이 총길이(PTL)로서 F값이 11.5였고,

반면에 뒷날개 시구 수(HWH)가 1.29로 가장 작았다(표 5).

분류결과에서는 Group 52(P'algongsan), Group 61(T'aebaeksan), Group 70(Chirisan 3) 및 Group 79(Tögyusan)가 각각 100%로 완전 분리되었고, 나머지 개체군들도 최저 80% 이상을 보여서 평균분리율 92.5%로 매우 높게

Table 4. Predicted group membership for different populations in spring based on the total characters

Actual Group (Locality)	No. of Cases	Predicted Group Membership															
		1	4	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	
1 Kayasan	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4 P'algongsan	20	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		5%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%
10 Sobaeksan	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
13 T'aebaeksan	20	0	0	0	19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	95%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
16 Chirisan 1	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
19 Chirisan 2	20	1	0	0	0	2	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		5%	0%	0%	0%	10%	80%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
22 Chirisan 3	20	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	95%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
25 Chirisan 4	20	0	0	1	0	1	0	1	16	0	1	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	5%	0%	5%	0%	5%	80%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
28 Chirisan 5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
31 Tögyusan	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	1
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	95%	0%	0%	0%	0%	0%	5%
34 Yöngch'wisan	20	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	17	1	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	5%	0%	0%	85%	5%	0%	0%	0%	0%
37 Ulju	20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	19	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	95%	0%	0%	0%	0%
40 Kariwangsan	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	18	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	5%	90%	0%	0%	0%
43 Pangdaesan	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
46 Söraeksan	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	19	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	95%	0%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 93.33%

나타났다(표 6).

이상의 결과를 살펴보면, 가장 기여도가 큰 형질은 주둥이의 총길이(PTL)였고, 그 반대의 형질은 뒷날개 시구 수(HWH)로 나타나 Ruttner(1988)의 분석과는 상반되는 결과를 보였다. 대부분 유의수준이 $P < 0.001$ 로 신뢰성 있게 분석되었으며, 평균분리율은 92.5%로 춘계개체군과 마찬가지로 날개형질만을 사용한 경우(Kwon & Huh 1992)보다 역시 크게 향상된 결과로서, 각 개체군간 고유형질 특성이 크게 인지되었다.

춘·하계 양계절 통합개체군

이 분석에서는 16개체군을 계절에 관계없이 통합 판별분석하여 각 개체군간의 고유성에 대한 변이정도를 해석코자 한다.

정준판별함수는 모두 15개가 산출되었는데, 판별함수 1,2의 고유근은 각각 1.3377, 0.9237로, 정준상관계수는 0.7565, 0.693으로 나타났으며, 또 이들의 누적 판별력은 34.16%로 비교적 낮았다. 기여도가 높은 1,2 및 3의 판별함수를 모두 비교할 때, 그 판별력은 47.38%

로 개선되며 이를 이용한 각 Group간의 중심값을 3차원 상에서 비교분석 하였다(그림 5).

제 47단계 연산과정 후 모두 $P < 0.001$ 로 고도의 신뢰성을 보였으며, 특히 Group 1+50(Kayasan)과 Group 31+79(Tögyusan)는 F값 9.398로 가장 분리도가 높았고, 반면에 Group 31+79(Togyusan)와 Group 37+85(Ulju)는 F값이 2.249로 낮게 나타났다.

단요인 분산분석에서 가장 기여도가 큰 형질은 앞의 경우와 같이 앞다리 경질길이(FTL)로서 F값이 13.51이었고, 그 반대로 제 6복판 폭(S6W)이 F값 2.22로 가장 작았다(표 7).

분류결과, Group 10+58(Sobaeksan)이 85%의 적중률을 보여서 상대적으로 가장 높게 나타났다으나, Group 43+91(Pangdaesan)이 57.5%로서 가장 낮았고, 평균 분리율 72.42%로 각 계절별 분석결과에 비해 비교적 낮은 수준을 보였다(표 8).

따라서 개체군 변이해석에서 가장 기여도가 높은 형질로는 앞다리 경질 길이(FTL)였고, 대부분 유의수준이 $P < 0.001$ 로서 매우 신뢰성 있게 분석이 진행되었음을 알 수 있었으며, 그

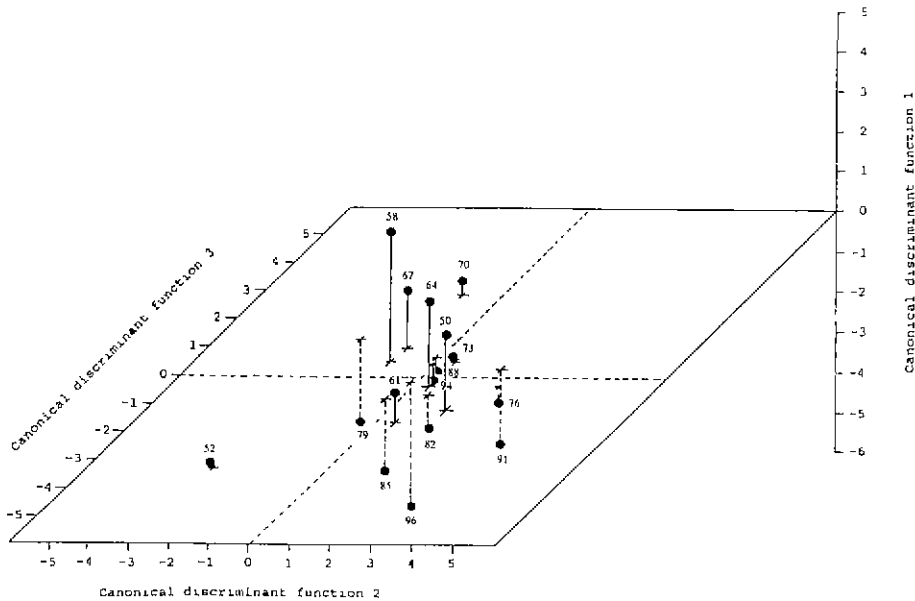


Fig. 4. 3-dimensional plot of the first 3 canonical discriminant functions by group centroids for different populations in summer based on the total characters.

Table 5. Tests for univariate equality of group means for different populations in summer based on the total characters

Variable	Wilks' Lambda	F	Sign.	Variable	Wilks' Lambda	F	Sign
ASL	.68045	9.51	.0000	HWL	.70964	8.29	.0000
FAL	81973	4.45	.0000	HWW	.79989	5.07	.0000
HEW	.76759	6.13	.0000	JLW	.74720	6.85	.0000
DOA	.84284	3.77	.0037	VLW	.66502	10.21	.0000
PTL	.63795	11.50	.0000	TML	.78136	5.67	.0000
PDL	.68564	9.29	.0000	TCL	.80197	5.00	.0000
FWA	.80611	4.87	.0000	HWH	.93997	1.29	.2040
FWP	.80145	5.02	.0000	PFL	.67209	9.88	.0000
FWL	.77834	5.77	.0000	FTL	.83257	4.07	.0000
FWW	.72856	7.54	.0000	MFL	.75614	6.53	.0000
CCL	.83454	4.01	.0000	MTL	.74729	6.85	.0000
SML	.86179	3.25	.0000	HFL	.85834	3.34	.0000
SDL	.68821	9.18	.0000	HTL	.90253	2.18	.0068
FWX	.82224	4.38	.0000	HML	.68933	9.13	.0000
MCL	.83333	4.05	.0000	HMW	.82057	4.43	.0000
SCL	.84489	3.72	.0000	T3L	.68553	9.29	.0000
SCW	.76143	6.35	.0000	T4L	.66105	10.39	.0000
CUA	.82533	4.28	.0000	S3L	.64222	11.29	.0000
CUB	.88209	2.70	.0007	SWL	.81269	4.67	.0000
CUC	.69628	8.84	.0000	SWW	.74733	6.85	.0000
CUD	.78498	5.55	.0000	S6L	.80969	4.76	.0000
TCW	.89804	2.30	.0042	S6W	.88052	2.75	.0005
HWA	.72353	7.74	.0000	STL	.76133	6.35	.0000
HWP	.73002	7.49	.0000				

평균분리율은 72.42%로서 춘·하 양계질별 비교의 경우에 비해 다소 낮았다. 이것은 계절적 변이요인이 복합된 결과 각 지역적 고유성의 표현을 방해하는 것으로 해석될 수가 있겠다.

이상의 결과를 종합하여 본 분석과정에서 기여도가 높은 주요 12형질을 선발, 그 평균값 및 표준편차를 이용한 분산정도, 최대 및 최소

치를 동시에 나타내었다(그림 6).

이와같이 전 47형질로서 각 지역 개체군간 판별분석을 실시한 결과를 살펴볼 때, 춘계 및 하계 개체군은 모두 높은 평균분리율로 각 지역개체군간 고유형질의 차이가 아주 큰 것으로 판별되었다. 이것은 일벌활동의 적응진화에 크게 영향을 주는 고도차, 기온, 습도, 강우량 및

Table 6. Predicted group membership for different populations in summer based on the total characters

Actual Group (Population)	No of Cases	Predicted Group Membership															
		50	52	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	96
50 Kayasan	20	19 95%	1 5%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
52 P'alongsan	20	0 0%	20 100%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
58 Sobaeaksan	20	0 0%	1 5%	19 95%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
61 T'aebaeksan	20	0 0%	0 0%	0 0%	20 100%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
64 Chirsan 1	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	16 80%	0 0%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	1 5%	0 0%	0 0%	2 10%	0 0%	0 0%
67 Chirsan 2	20	0 0%	0 0%	2 10%	0 0%	0 0%	18 90%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
70 Chirsan 3	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	20 100%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
73 Chirsan 4	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 5%	18 90%	1 5%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
76 Chirsan 5	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	17 85%	0 0%	2 10%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	0 0%	0 0%
79 T'ogyusan	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	20 100%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
82 Yongch'wisan	20	0 0%	1 5%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	17 85%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	0 0%
85 Ulju	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	18 90%	1 5%	0 0%	0 0%	0 0%
88 Karwangsang	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	2 10%	18 90%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
91 Pangdaesan	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	0 0%	19 95%	0 0%	0 0%	0 0%
94 Soraksan	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	0 0%	19 95%	0 0%	0 0%
96 Ch'ombongsan	20	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	2 10%	0 0%	0 0%	0 0%	18 90%	0 0%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 92.5%

강우일수, 적설일수, 밀원식물 등 서식지역의 기타 생물적, 물리적 미세환경 차이등을 포함한 제반요인에서 비롯된 것으로 추론될 수가 있다. 한편, 양계절 통합개체군의 경우에는 앞의 두 비교에 비해 비교적 낮은 평균분리율을 나타내었는데, 이것은 양계절에서의 여러가지 변이요인이 복합된 결과 각 지역적 고유성의 표현을 방해하는 것으로 해석된다.

또한, 각 비교분석에서 날개의 25형질만을 사용한 경우(Kwon & Huh 1992)보다 모두 크게 향상되었고, 형질들의 분리 기여도에서도 날개의 여러형질들 보다는 앞다리 경질길이(FTL)와 주둥이 총길이(PTL)가 더 우수한 것으로 나타났다. 한편, Ruttner(1988)에 의해 우수형질로 나타난 뒷날개의 시구수(HWH)는 본 분석에 있어서는 이와는 달리 기여도가 매우 낮은 것으로 판별되었다.

인 용 문 헌

Kwon, Y.J. 1988. Taxonomic revision of the leafhopper genus *Macrosteles* Fieber of the world (Homoptera: Cicadellidae). Ph. D. Thesis, Univ. Wales. 557pp.

Kwon, Y.J. & E.Y. Huh. 1992. Electron-morphometric classification of the native honeybees from Korea I. Discriminant analysis on the wing characters. Kor. Journ. Apic. 7(1): 1~31.

Lee, M.L. 1990. Studies on the variation in morphological characters and allozymes of the honey bees, *Apis mellifera* L. and *A. cerana* Fabr., in Korea. Ph.D. thesis, Seoul Nat. Univ. 71pp. (In Korean).

Lee, M.L. & S.Y. Choi. 1986. Biometrical studies on the variation of some morphological characters in Korean honeybees, *A. cerana* F. and *A. mellifera* L. Kor. Journ. Apic. 1(1): 5-23(In Korean).

Ruttner, F. 1988. Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer-verlag Co., Berlin & Heidelberg. 284pp.

(1992년 9월 19일 접수)

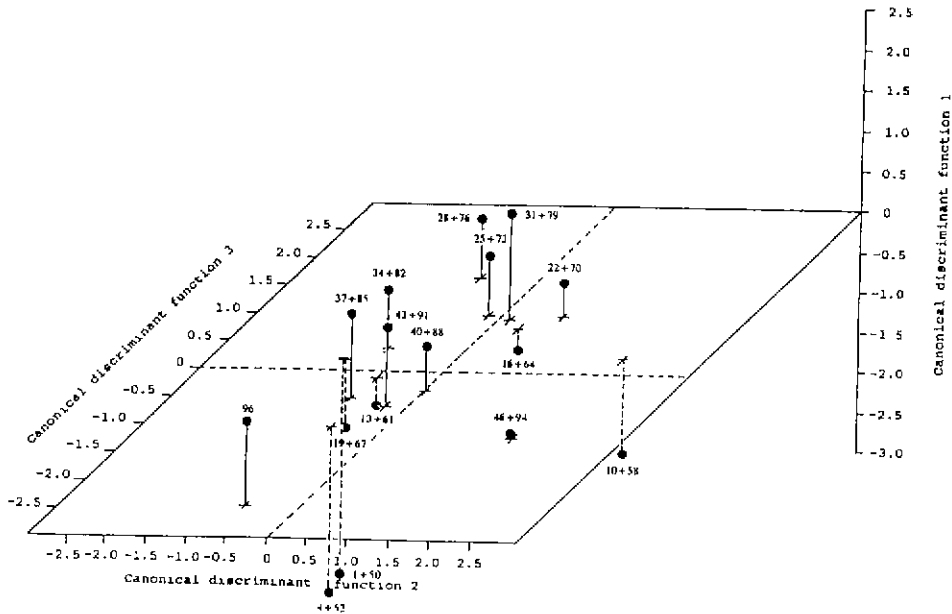


Fig. 5. 3-dimensional plot of the first 3 canonical discriminant functions by group centroids for different populations regardless of seasons based on the total characters.

Table 7. Tests for univariate equality of group means for different populations regardless of seasons based on the total characters

Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.	Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.
ASL	.83338	8.05	.0000	HWL	.87393	5.80	.0000
FAL	.92340	3.34	.0000	HWW	.91776	3.60	.0000
HEW	.82245	8.69	.0000	JLW	.81619	9.06	.0000
DOA	.89874	4.53	.0000	VLW	.78727	10.88	.0000
PTL	.84358	7.46	.0000	TML	.94285	2.45	.0017
PDL	.87547	5.72	.0000	TCL	.90058	4.44	.0000
PWA	.88831	5.06	.0000	HWH	.93341	2.87	.0002
FWP	.89361	4.79	.0000	FPL	.87257	5.88	.0000
FWL	.89026	4.96	.0000	FTL	.74881	13.51	.0000
FWW	.88639	6.21	.0000	MFL	.90156	4.39	.0000
CCL	.93319	2.88	.0000	MTL	.88208	5.38	.0000
SML	.90198	4.37	.0000	HFL	.92424	3.30	.0000
SDL	.85951	6.58	.0000	HTL	.91926	3.53	.0000
FWX	.90564	4.19	.0000	HML	.85850	6.63	.0000
MCL	.89696	4.62	.0000	HMW	.93801	2.66	.0006
SCL	.89804	4.57	.0000	T3L	.84075	7.62	.0000
SCW	.88439	5.26	.0000	T4L	.87754	5.61	.0000
CUA	.90068	4.44	.0000	S3L	.84167	7.57	.0000
CUB	.94689	2.25	.0043	SWL	.88093	5.44	.0000
CUC	.90744	4.10	.0000	SWW	.87358	5.82	.0000
CUD	.88017	5.48	.0000	S6L	.87870	5.55	.0000
TCW	.90869	4.04	.0000	S6W	.94768	2.22	.0050
HWA	.90824	4.01	.0000	STL	.81464	9.16	.0000
HWP	.90436	4.25	.0000				

Table 8. Predicted group membership for different populations regardless of seasons based on the total characters

Actual Group (Population)	No. of Cases	Predicted Group Membership															
		1+50	4+52	10+58	13+61	16+64	19+67	22+70	25+73	28+76	31+79	34+82	37+85	40+88	43+91	46+94	96
1+50 Kayasan	40	31	2	0	2	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
		77.5%	5%	0%	5%	2.5%	2.5%	0%	5%	0%	0%	0%	2.5%	0%	0%	0%	0%
4+52 P'algongsan	40	2	32	1	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
		5%	80%	2.5%	5%	0%	2.5%	0%	0%	0%	0%	2.5%	2.5%	0%	0%	0%	0%
10+58 Sobaeksan	40	1	2	34	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		2.5%	5%	85%	0%	2.5%	2.5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.5%	0%	0%	0%
13+61 T'aebaeksan	40	1	0	1	31	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
		2.5%	0%	2.5%	77.5%	2.5%	2.5%	0%	2.5%	0%	2.5%	0%	2.5%	0%	2.5%	0%	0%
16+64 Chirisan 1	40	0	0	0	0	31	0	1	0	2	2	1	0	1	0	2	0
		0%	0%	0%	0%	77.5%	0%	2.5%	0%	5%	5.0%	2.5%	0%	2.5%	0%	5%	0%
19+67 Chirisan 2	40	2	3	3	0	2	28	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		5%	7.5%	7.5%	0%	5%	70%	2.5%	0%	0%	2.5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
22+70 Chirisan 3	40	0	0	1	0	0	1	30	3	0	0	2	1	1	1	0	0
		0%	0%	2.5%	0%	0%	2.5%	75%	7.5%	0%	0%	5%	2.5%	2.5%	2.5%	0%	0%
25+73 Chirisan 4	40	0	0	1	1	0	0	3	30	0	2	1	1	0	1	0	0
		0%	0%	2.5%	2.5%	0%	0%	7.5%	75%	0%	5%	2.5%	2.5%	0%	2.5%	0%	0%
28+76 Chirisan 5	40	0	0	0	1	1	1	0	4	27	0	4	0	1	1	0	0
		0%	0%	0%	2.5%	2.5%	2.5%	0%	10%	67.5%	0%	10%	0%	2.5%	2.5%	0%	0%
31+79 T'ogyusan	40	0	0	0	1	1	3	0	1	0	30	0	1	1	1	1	0
		0%	0%	0%	2.5%	2.5%	7.5%	0%	2.5%	0%	75%	0%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	0%
34+82 Y'ongch'wisan	40	0	2	1	2	2	0	1	2	1	2	24	0	1	1	0	1
		0%	5%	2.5%	5%	5%	0%	2.5%	5%	2.5%	5%	60%	0%	2.5%	2.5%	0%	2.5%
37+85 Ulju	40	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	2	30	1	1	0	1
		0%	0%	0%	0%	2.5%	2.5%	0%	0%	2.5%	5%	5%	75%	2.5%	2.5%	0%	2.5%
40+88 Kariwangsan	40	0	0	1	3	0	2	3	0	1	1	1	2	25	0	1	0
		0%	0%	2.5%	7.5%	0%	5%	7.5%	0%	2.5%	2.5%	2.5%	5%	62.5%	0%	2.5%	0%
43+91 Pangdmesan	40	0	0	0	0	1	1	2	0	1	5	2	0	2	23	1	2
		0%	0%	0%	0%	2.5%	2.5%	5%	0%	2.5%	12.5%	5%	0%	5%	57.5%	2.5%	5%
46+94 S'oraksan	40	0	0	1	0	1	2	0	0	1	2	0	1	1	1	27	3
		0%	0%	2.5%	0%	2.5%	5%	0%	0%	2.5%	5%	0%	2.5%	2.5%	2.5%	67.5%	7.5%
96 Ch'ombongsan	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	16
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	5%	0%	5%	0%	80%

Percent of "grouped" cases correctly classified, 72.42%

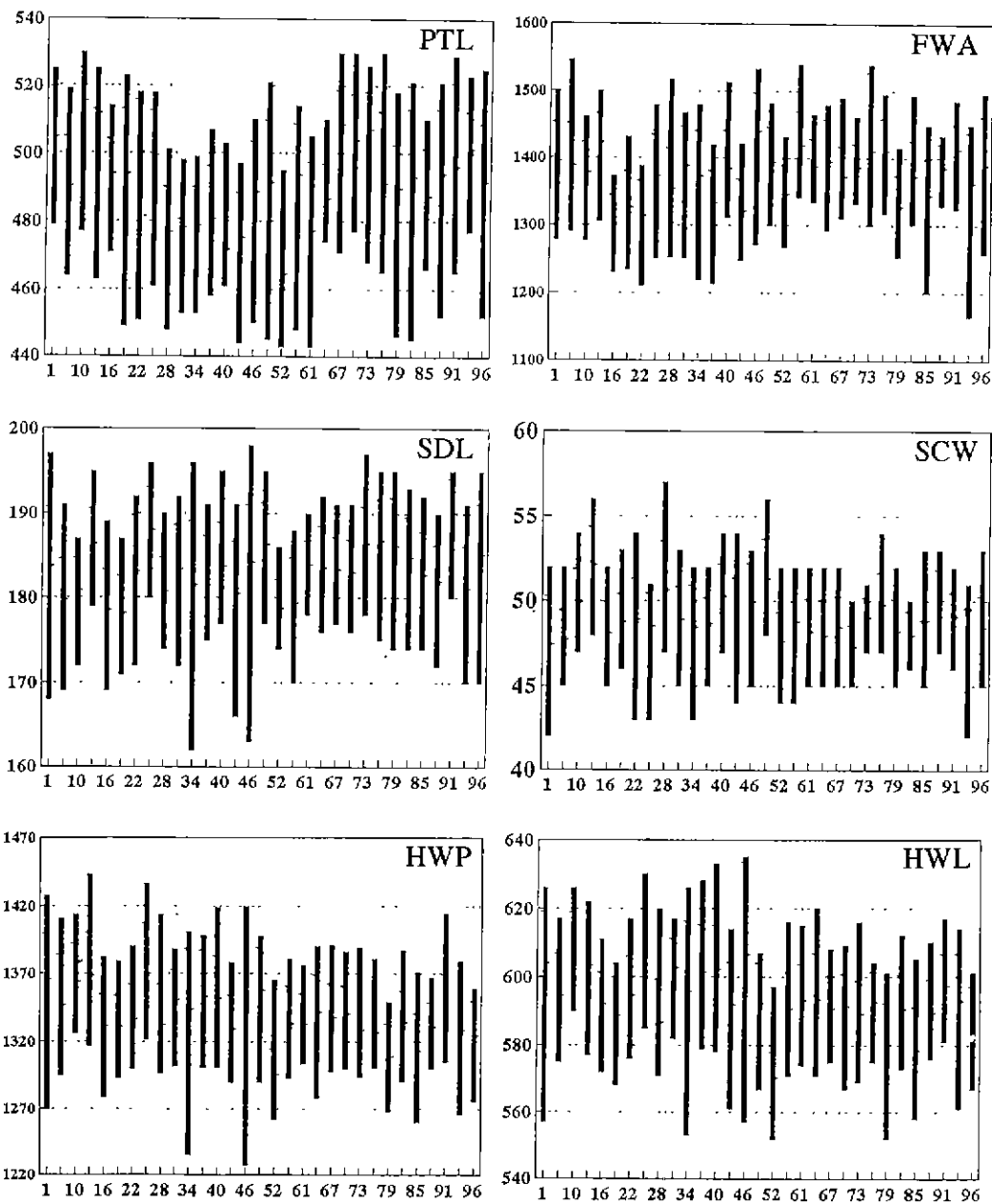


Fig. 6. Some basic data for principal variables (right horizontal line represents mean for each population, left horizontal line one standard deviation, thick bar total range).