

### 韓國產 재래꿀벌의 電子計量形態學的 分類\* Ⅲ. 전 47형질에 대한 각 지역간 判定分析

#### Electron-Morphometric Classification of the Native Honeybees from Korea\* Part Ⅲ. Discriminant Analysis for Different Localities Based on the Total Characters

權 容 正 · 許 銀 葉<sup>1</sup>  
Yong Jung Kwon and Eun Yeop Huh<sup>1</sup>

**ABSTRACT** Some multivariate discriminant analyses were done for each population of the native honeybee workers (*Apis cerana*), which were selected for 11 different localities in spring and 12 in summer from Korea. When the comparison for different localities was conducted, the correct assignment was averaged at 91.67% in spring and 88.44% in summer. And for the comparison between the 2 different seasons, it was averaged at 97.58%. Whereas, that for regardless of seasons revealed the lowest correct assignment at 70.16%.

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

**초 록** 우리나라에 분포하고 있는 재래꿀벌(*Apis cerana*)의 일벌을 대상으로 춘계 11지역 및 하계 12지역 개체군을 선발하였으며, 총 47개 정량형질에 대해 지역별로 판별분석을 실시 하였고, 또한 양 계절간 변이도 분석하였다. 그 결과, 지역별 비교에서는 춘계 91.67%, 하계 88.44%의 평균분리율을 보였으며, 양계절간 비교에서는 97.58%로 나타났다. 반면에 양계절을 통합한 비교에서는 70.16%로 낮았다.

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

재래꿀벌의 계량형태학적 특성을 밝히기 위한 계속적 조사의 일환으로, 본 편에서는 춘계 11, 하계 12지역에서 채집된 일벌을 대상으로 그 지리적 변이의 고유성에 대해 계절별 등 기타요인을 각 분석항목별로 투입하여 수리분류학적 측면에서 계량 형태에 대한 복합적인 차이점을 알아보고자 하였다(Kwon & Huh 1992, 1993a).

#### 재료 및 방법

본편에서는 일벌(worker)의 두부 6, 날개 25, 다리 8 및 복부 8형질 등, 총 47형질을 분석에 투입하여 다변량해석법인 판별분석(discriminant analysis)을 실시하였다. 비교분석방법으로는 춘계 11, 하계 12지역을 대상으로 계

<sup>1</sup> 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.

절별 또는 계절구분없이 각 지역별, 그리고 양 계절간으로 구분하였다. 그의 조사방법은 본인들의 기존방식을 따랐다(Kwon & Huh 1992, 1993a).

**결과 및 고찰**

**춘계 개체군**

이 분석의 목적은 전국 11개 조사지역 (Group 1: Kayasan, Group 2: P'algonsan, Group 3: Sobaeksan, Group 4: T'aebaeksan, Group 5: Chirisan, Group 6: Tögyusan, Group 7: Yöngch'wisán, Group 8: Ulju, Group 9: Kariwangsan, Group 10: Pangdaesan, Group 11: Söraksan)의 춘계개체군을 판별분석하여 지역 개체군간 변이를 해석하고자 한다.

모두 10개의 정준판별함수가 산출됐는데, 판별함수 1에서는 고유근의 3.482, 판별비율은 30.44%, 정준상관계수 0.8814로서 기여도가 높음을 보여주었다. 판별함수 1 및 2의 누적 판별력이 47.96%로 나타났으며, 이 두가지 판별함수를 주축으로 한 각 Group 개체들의 정준위치를 2차원적 산점도로 표시하였다(그림 1).

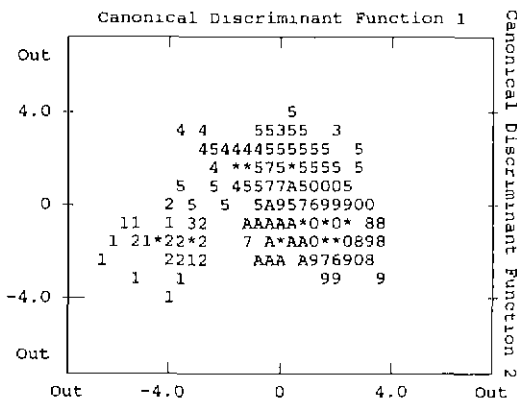


Fig. 1. All-groups scatterplot of canonical discriminant function 1 against function 2 for different localities in spring based on the total characters(1-9, 0: group 1-10, A: group 11).

제 43단계 연산과정 후, 모두  $P < 0.001$ 로 매우 높은 신뢰성을 보였고, 그 중 Group 1 (Kayasan)과 Group 5(Chirisan)간 F값이 가장 높아 분리가 뚜렷하게 된 것을 알 수 있었다(표 1).

단요인 분산분석에서 기여도가 가장 높은 형질은 앞다리 경절 길이(FTL)이며, 그 반대의 형질은 뒷날개 폭(HWW)으로 나타났다(표 2).

각 개체들을 산출된 판별분석법에 의해 분류했을 때, 정확히 각 Group별로 분류될 확률을 나타내는 분류결과를 살펴보면, Group 1 (Kayasan), Group 3(Sobaeksan), Group 8 (Ulju), Group 10(Pangdaesan)과 Group 11:(Söraksan)에서 모두 100%로 완전히 분리되었고, 평균 91.67%의 비교적 높은 적중율을 보였다(표 3).

이상의 결과를 검토해보면, 기여도가 가장 큰 형질은 개체군별 비교(Kwon & Huh 1993a)에서와 같이 앞다리 경절 길이(FTL)였으나, 그 반대의 형질로는 개체군별 비교에서 뒷다리 기부절 폭(HMW)이었던 것이 여기서는 뒷날개 폭(HWW)이었으며, 대부분 유의수준  $P < 0.001$ 로 매우 높은 신뢰성을 보였다. 특히 5개 지역 Group들은 100%로 명백히 구별되었고, 평균적중률 91.67%로서 개체군별 비교에서와 비슷하게 높았으며, 날개형질만을 이용했던 경우(Kwon & Huh 1992)보다도 크게 향상되었음을 알 수 있다.

**하계 개체군**

이 분석에서는 전국 12개 조사지역(Group 1: Kayasan, Group 2: P'algonsan, Group 3: Sobaeksan, Group 4: T'aebaeksan, Group 5: Chirisan, Group 6: Tögyusan, Group 7: Yöngch'wisán, Group 8: Ulju, Group 9: Kariwangsan, Group 10: Pangdaesan, Group 11: Söraksan, Group 12: Chömbongsan)의 하계 개체군간 변이를 해석한 바 다음과 같다.

모두 11개 정준판별함수 중, 판별함수 1은

Table 1. F-statistics between pairs of different localities in spring based on the total characters after step 43(each has 43 and 247 degrees of freedom,  $P < 0.001$ )

Group(Locality)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Kayasan										
2 P'algongsan	4.020									
3 Sobaeksan	8.157	6.589								
4 T'aebaeksan	8.069	6.184	4.445							
5 Chirisan	11.977	8.823	6.037	6.518						
6 Tögyusan	9.992	8.127	6.522	8.446	6.498					
7 Yöngch'wisan	6.965	5.691	5.684	5.550	3.080	3.127				
8 Ulju	11.588	9.339	7.402	7.402	6.665	4.522	2.926			
9 Kariwangsan	10.126	8.451	7.634	6.593	6.612	3.916	3.265	3.086		
10 Pangdaesan	9.979	7.850	6.978	7.394	5.212	4.746	3.068	4.486	3.588	
11 Söraksan	8.865	5.714	6.183	6.365	7.523	6.148	4.844	6.033	4.499	5.304

Table 2. Tests for univariate equality of group means for different localities in spring based on the total characters

Variable	Wilks' Lambda	F	Sign.	Variable	Wilks' Lambda	F	Sign.
ASL	.71109	11.74	.0000	HWL	.80762	6.88	.0000
FAL	.85209	5.01	.0000	HWW	.92607	2.30	.0127
HEW	.75942	9.15	.0000	JLW	.79583	7.41	.0000
DOA	.90837	2.91	.0037	VLW	.83585	5.67	.0000
PTL	.64728	15.75	.0000	TML	.91588	2.65	.0041
PDL	.55738	22.95	.0000	TCL	.89595	3.35	.0004
FWA	.70445	12.12	.0000	HWH	.90695	2.96	.0014
FWP	.72143	11.16	.0000	FFL	.81928	6.37	.0000
FWL	.85982	4.71	.0000	FTL	.49835	29.09	.0000
FWW	.75788	9.23	.0000	MFL	.88596	3.72	.0001
CCL	.85091	5.06	.0000	MTL	.88777	3.65	.0001
SML	.83787	5.59	.0000	HFL	.86634	4.45	.0000
SDL	.92163	2.45	.0000	HTL	.81292	6.65	.0000
FWX	.85770	4.79	.0000	HML	.85528	4.89	.0000
MCL	.80084	3.91	.0000	HMW	.91340	2.74	.0031
SCL	.81435	6.58	.0000	T3L	.79374	7.51	.0000
SCW	.80251	7.11	.0000	T4L	.80399	7.04	.0000
CUA	.77958	8.17	.0000	S3L	.80537	6.98	.0000
CUB	.89740	3.30	.0000	SWL	.90413	3.06	.0010
CUC	.75355	9.45	.0000	SWW	.87853	3.99	.0000
CUD	.82930	5.94	.0000	S6L	.84662	5.23	.0000
TCW	.85626	4.85	.0000	S6W	.91486	2.69	.0036
HWA	.89341	3.44	.0000	STL	.88294	3.83	.0001
HWP	.87516	4.12	.0000				

Table 3. Predicted group membership for different localities in spring based on the total characters

Actual Group (Locality)	No. of Cases	Predicted Group Membership										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kayasan	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 P'algonsan	20	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5%	95%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 Sobaeksan	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4 T'aebaeksan	20	0	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	95%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5 Chirisan	100	1	1	1	2	84	2	7	0	1	1	0
		1%	1%	1%	2%	84%	2%	7%	0%	1%	1%	0%
6 Tögyusan	20	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	1
		0%	0%	0%	0%	0%	95%	0%	0%	0%	0%	5%
7 Yöngch'wisan	20	0	0	0	0	2	0	17	1	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	10%	0%	85%	5%	0%	0%	0%
8 Ulju	20	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
9 Kariwangsan	20	0	0	0	0	2	0	0	1	17	0	0
		0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	5%	85%	0%	0%
10 Pangdaesan	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
11 Söraksan	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 91.67%.

고유근 2.5605로서 25.31%의 판별력을 나타냈으며, 정준상관계수는 0.848로 나타났다. 판별함수 1 및 2를 주축으로 각 개체를 2차원적 산점도로 표시하였다(그림 2).

제 46단계 연산과정 후, 모두 유수준이  $P < 0.001$ 로 높았고, 그 중에서 Group 2(P'algonsan)와 Group 5(Chirisan)간의 F값이 10.232로 가장 높게 나타났다(표 4).

단요인 분산분석에서는 제 3복판 길이(S3L)의 F값이 13.99로서 기여도가 가장 컸고, 그 반대 형질로는 뒷날개 시구 수(HWH)가 0.86으로 가장 작았다(표 5).

분류결과, Group 2(P'algonsan), Group 4(T'aebaeksan) 및 Group 6(Tögyusan)이 100%로 분리되었고, 또 Group 7(Yöngch'wisan)이 75%로 가장 낮았으며, 그 평균분리율은 88.44였다(표 6).

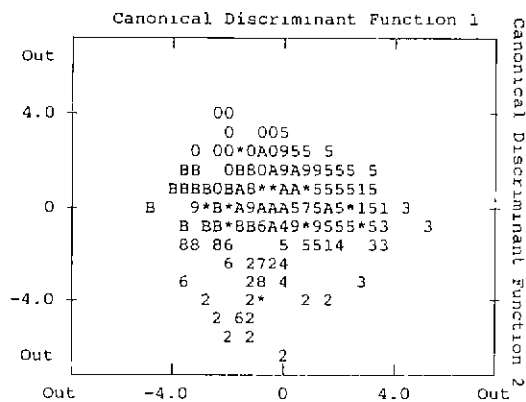


Fig. 2. All-groups scatterplot of canonical discriminant function 1 against function 2 for different localities in summer based on the total characters(1-9,0: group 1-10, A-B: group 11-12).

Table 4. F-statistics between pairs of different localities in summer based on the total characters after step 46(each has 46 and 263 degrees of freedom,  $P < 0.001$ )

Group(Locality)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kayasan											
2 P'algongsan	6.907										
3 Sobaeksan	5.238	7.054									
4 T'aebaeksan	4.565	5.886	5.031								
5 Chirisan	5.248	8.422	5.307	5.545							
6 Tögyusan	7.960	5.840	7.646	6.683	6.316						
7 Yöngch'wisän	5.882	4.922	6.896	4.922	3.161	4.738					
8 Ulju	5.422	3.911	6.771	4.213	4.092	2.912	2.629				
9 Kariwangsan	4.768	5.873	4.556	4.190	3.466	3.342	3.281	2.609			
10 Pangdaesan	6.230	7.779	7.985	4.616	5.331	5.592	3.353	3.020	3.286		
11 Söraksan	5.777	6.218	5.142	5.045	4.970	6.220	4.135	3.722	4.149	3.755	
12 Chömbongsan	7.886	6.334	8.054	6.189	8.091	4.755	4.269	2.815	4.384	3.722	3.797

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

Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.	Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.
ASL	.75982	8.85	.0000	HWL	.71404	11.21	.0000
FAL	.86794	4.26	.0000	HWW	.83123	5.68	.0000
HEW	.83177	5.66	.0000	JLW	.77356	8.19	.0000
DOA	.85926	4.58	.0000	VLW	.69394	12.35	.0000
PTL	.67491	13.49	.0000	TML	.80149	6.81	.0000
PDL	.74450	9.60	.0000	TCL	.84548	5.11	.0000
FWA	.82170	6.07	.0000	HWH	.96995	.86	.5728
FWP	.81408	6.39	.0000	FFL	.73479	10.11	.0000
FWL	.81797	6.23	.0000	FTL	.83826	5.40	.0000
FWW	.76568	8.56	.0000	MFL	.77300	8.22	.0000
CCL	.85800	4.63	.0000	MTL	.76168	8.76	.0000
SML	.89803	3.17	.0004	HFL	.87475	4.00	.0000
SDL	.74209	9.73	.0000	HTL	.96097	1.13	.3315
FWX	.82512	5.93	.0000	HML	.79520	7.21	.0000
MCL	.86286	4.45	.0000	HMW	.88142	3.76	.0000
SCL	.84611	5.09	.0000	T3L	.70115	11.93	.0000
SCW	.81532	6.34	.0000	T4L	.67271	13.62	.0000
CUA	.84290	5.21	.0000	S3L	.66683	13.99	.0000
CUB	.89301	3.35	.0002	SWL	.83685	5.45	.0000
CUC	.72354	10.70	.0000	SWW	.75558	9.05	.0000
CUD	.80546	6.76	.0000	S6L	.85514	4.74	.0000
TCW	.92181	2.37	.0079	S6W	.88739	3.55	.0001
HWA	.74461	9.60	.0000	STL	.79441	7.24	.0000
HWP	.73808	9.93	.0000				

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

Actual Group (Locality)	No. of Cases	Predicted Group Membership											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Kayasan	20	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		95%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 P'algongsan	20	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 Sobaeksan	20	0	1	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		0%	5%	90%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4 T'aebaeksan	20	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5 Chirisan	100	2	0	3	3	81	1	5	1	1	2	1	0
		2%	0%	3%	3%	81%	1%	5%	1%	1%	2%	1%	0%
6 Tögyusan	20	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7 Yöngch'wisan	20	0	1	0	0	2	0	15	0	1	1	0	0
		0%	5%	0%	0%	10%	0%	75%	0%	5%	5%	0%	0%
8 Ulju	20	0	0	0	0	0	0	0	18	1	1	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	90%	5%	5%	0%	0%
9 Kariwangsan	20	0	0	1	0	0	0	0	2	17	0	0	0
		0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	10%	85%	0%	0%	0%
10 Pangdaesan	20	0	0	0	0	0	0	1	0	0	19	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	95%	0%	0%
11 Söraksan	20	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	18	0
		0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	5%	0%	0%	90%	0%
12 Chömbongsan	20	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	18
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	90%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 88.44%.

이상 결과를 살펴보면, 기여도가 가장 높은 형질은 개체군별 비교(Kwon & Huh 1993a)에서 주둥이 총길이(PTL)였는데 반하여, 여기에서는 제 3복판 길이(S3L)로 나타났다. 또한 그 반대의 형질로는 개체군별 비교에서와 같이 뒷날개 시구수(HWH)로 나타나, Ruttner(1988)의 분석에서 가장 우수형질이었던 것과는 상반되는 결과를 보였다. 모든 Group의 유의수준이  $P < 0.001$ 로 높은 신뢰도를 보였으나, 평균적중률이 88.44%로 춘계 개체군의 경우에서나 개체군별 비교(Kwon & Huh 1993a)의 경우에서보다 다소 낮았다.

**춘·하계 양계질 통합개체군**

조사된 전국 12개 주요 지역(Group 1: Kayasan, Group 2: P'algongsan, Group 3: Sobaeksan, Group 4: T'aebaeksan, Group 5: Chirisan, Group 6: Tögyusan, Group 7: Yöngch'wisan, Group 8: Ulju, Group 9: Kariwangsan, Group 10: Pangdaesan, Group 11: Söraksan, Group 12: Chömbongsan 등)의 개체군을 각 지역마다 계절에 관계없이 서로 통합하여 판별분석한 결과, 다음과 같다.

모두 11개의 산출된 정준판별함수 중에서 판별함수 1의 고유근은 1.2066으로서 23.54%의 판별력을, 또 정준상관계수는 0.7395로 나타났다. 판별함수 1 및 2의 누적판별력이 40.

65%였고, 이것을 이용하여 각 개체들을 2차원 적 산점도로 표시하였다(그림 3).

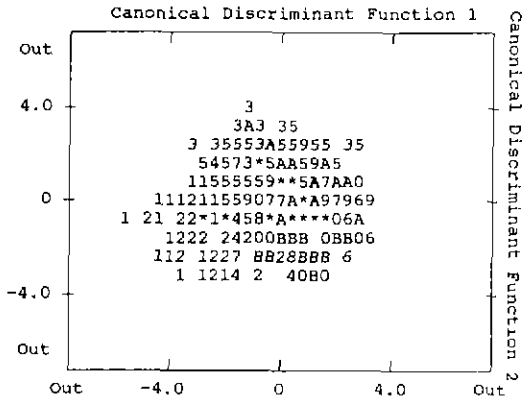


Fig. 3. All-groups scatterplot of canonical discriminant function 1 against function 2 for different localities regardless of seasons based on the total characters(1-9,0: group 1-10, A-B: group 11-12).

제 46단계 연산과정 후, 모두 유의수준이  $P < 0.001$ 로서 고도의 신뢰성을 보였으며, 특히 Group 1(Kayasan)과 Group 6(Tögyusan)의 F값이 9.532로 분리도가 가장 크게, Group 6(Tögyusan)과 Group 8(Ulju)은 2.263으로 가장

낮게 나타났다(표 7).

단요인 분산분석에서 기여도가 가장 높은 형질은 앞다리 경절 길이(FTL)로 F값 15.93이었으며, 그 반대의 형질은 앞날개의 주맥 B 길이(CUB)로서 F값이 1.68이었다(표 8).

분류결과, Group 1(Kayasan)이 87.5%의 적중률을 보여 상대적으로 가장 높게 나타났으나, Group 5(Chirisan)가 57%로서 가장 낮았으며 평균분리율 70.16%로서 각 계절별 분석 결과에 비해 비교적 낮은 수준을 보였다(표 9).

위의 결과를 검토해 볼때, 개체군 변이해석에서 가장 기여도가 높은 형질로는 개체군별 비교(Kwon & Huh 1993a)에서의 경우와 같이 앞다리 경절 길이(FTL)로 나타났다. 그 반대의 형질로는 개체군별 비교에서 제 6복판 폭(S6W)이었던 것과는 달리 앞날개의 주맥 B 길이(CUB)였으며, 대부분 유의수준이  $P < 0.001$ 로서 매우 신뢰성있게 분석이 진행되었음을 알 수가 있었다. 또한 평균분리율이 70.16%로서 개체군별 비교에서와 같이 춘·하 양계 절간 비교의 경우에 비해 다소 낮았다. 이것은 계절적 변이 요인이 복합된 결과 지역적 고유성의 표현을 방해하는 것으로 해석될 수가 있겠다.

Table 7. F-statistics between pairs of groups regardless of seasons in different localities based on the total characters after step 46(each has 46 and 563 degrees of freedom,  $P < 0.001$ )

Group(Locality)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kayasan											
2 P'algonsan	4.609										
3 Sobaeksan	8.170	7.300									
4 T'aebaeksan	5.780	6.017	5.729								
5 Chirisan	8.994	8.404	6.959	5.799							
6 Tögyusan	9.532	7.055	6.741	5.153	5.308						
7 Yöngch'wisän	6.474	5.591	6.907	4.460	3.311	3.708					
8 Ulju	7.780	6.459	7.271	3.792	4.729	2.263	2.631				
9 Kariwangsan	7.183	7.026	5.941	3.545	5.156	2.848	3.860	2.787			
10 Pangdaesan	7.449	7.073	6.818	4.382	5.079	3.319	3.303	3.350	3.239		
11 Söraksan	9.176	6.400	5.356	6.352	6.462	4.928	5.773	5.862	5.282	4.656	
12 Chömbongsan	7.770	5.242	7.199	5.074	6.510	4.147	4.166	3.848	5.323	3.422	4.752

**Table 8. Tests for univariate equality of group means for different localities regardless of seasons based on the total characters**

Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.	Variable	Wilks'Lambda	F	Sign.
ASL	.85275	9.54	.0000	HWL	.88776	6.98	.0000
FAL	.95391	2.67	.0024	HWW	.94158	3.42	.0001
HEW	.86890	8.34	.0000	JLW	.85059	9.70	.0000
DOA	.91047	5.43	.0000	VLW	.80921	13.03	.0000
PTL	.87307	8.03	.0000	TML	.95583	2.55	.0036
PDL	.90774	5.61	.0000	TCL	.90789	5.60	.0000
FWA	.90913	5.52	.0000	HWH	.96099	2.24	.0113
FWP	.89969	6.16	.0000	FFL	.91257	5.29	.0000
FWL	.90763	5.62	.0000	FTL	.77626	15.93	.0000
FWW	.89610	6.40	.0000	MFL	.92445	4.51	.0000
CCL	.94703	3.09	.0005	MTL	.91774	4.95	.0000
SML	.93665	3.73	.0000	HFL	.93609	3.77	.0000
SDL	.91679	5.01	.0000	HTL	.95997	2.30	.0090
FWX	.92210	4.67	.0000	HML	.89431	6.53	.0000
MCL	.93828	3.63	.0001	HMW	.94700	3.09	.0000
SCL	.91331	5.24	.0000	T3L	.86183	8.86	.0005
SCW	.92308	4.60	.0000	T4L	.90599	5.73	.0000
CUA	.90640	5.70	.0000	S3L	.87174	8.13	.0000
CUB	.97039	1.68	.0026	SWL	.93465	3.86	.0000
CUC	.92865	4.24	.0000	SWW	.88585	7.12	.0000
CUD	.88595	7.11	.0000	S6L	.93086	4.10	.0000
TCW	.92869	4.24	.0000	S6W	.95463	2.62	.0028
HWA	.91948	4.84	.0000	STL	.86259	8.80	.0000
HWP	.91391	5.20	.0000				

**양계절간 변이**

전 지역의 동소적 개체군을 해당지역과는 상관없이 계절적 변이를 알아보기 위해 춘계 300개체(Group 1:Spring) 및 하계 320개체(Group 2:Summer)를 대상으로 판별분석한 분류결과를 살펴보면, Group 1(Spring)은 97%로 분리되었고, Group 2(Summer)와 3%(9개체)가 중복되었으며, Group 2(Summer)는 98.1%의 적중률로 Group 1과 1.9%(6개체)의 중복을 보였다(표 10).

그 결과 양계절간 평균분리율은 97.58%로 나타나 날개형질만을 비교했을 때(Kwon & Huh 1992)보다도 더 높아서, 일별 개체군의 계절적 변이가 인지될 수 있음을 보여주었다.

이상과 같이 지역간 판별분석을 실시한 결과를 종합해볼 때, 개체군별 비교(Kwon & Huh 1993a)의 경우에는 양계절 개체군의 평균분리율이 비슷하였으나, 이 분석의 경우에는 하계 개체군이 춘계 개체군 보다도 지역간 고유형질의 차이가 아주 큰 것으로 나타났다. 이것은 각 서식지역의 생물적, 물리적 미세환경 차이 등을 포함한 제반요인에서 비롯된 것으로 추론될 수가 있다. 한편, 양계절 통합개체군의 경우에는 개체군별 비교에서와 같이 앞의 두 비교에 비해 비교적 낮은 평균분리율을 나타내었는데, 이것도 양계절에서의 여러가지 변이요인이 복합된 결과로서 각 지역 고유성의 표현을 방해하는 것으로 해석될 수가 있겠다.



**Table 9. Predicted group membership for different localities regardless of seasons based on the total characters**

Actual Group (Locality)	No. of Cases	Predicted Group Membership											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Kayasan	40	35	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
		87.5%	5%	0%	5%	2.5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 P'algongsan	40	2	33	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0
		5%	82.5%	2.5%	5%	0%	0%	2.5%	2.5%	0%	0%	0%	0%
3 Sobaeksan	40	0	2	34	1	2	0	0	0	1	0	0	0
		0%	5%	85%	2.5%	5%	0%	0%	0%	2.5%	0%	0%	0%
4 T'aebaeksan	40	1	0	2	33	1	1	1	0	1	0	0	0
		2.5%	0%	5%	82.5%	2.5%	2.5%	2.5%	0%	2.5%	0%	0%	0%
5 Chirisan	200	4	7	11	7	114	9	27	5	6	4	6	0
		2%	3.5%	5.5%	3.5%	57%	4.5%	13.5%	2.5%	3%	2%	3%	0%
6 Tögyusan	40	0	0	0	1	1	32	1	1	2	1	1	0
		0%	0%	0%	2.5%	2.5%	80%	2.5%	2.5%	5%	2.5%	2.5%	0%
7 Yöngch'wisan	40	0	1	1	2	2	2	27	1	1	1	1	1
		0%	2.5%	2.5%	5%	5%	5%	67.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
8 Ulju	40	0	0	0	1	1	1	2	31	1	1	0	2
		0%	0%	0%	2.5%	2.5%	2.5%	5%	77.5%	2.5%	2.5%	0%	5%
9 Kariwangsan	40	0	0	1	3	4	2	1	3	24	1	1	0
		0%	0%	2.5%	7.5%	10%	5%	2.5%	7.5%	60%	2.5%	2.5%	0%
10 Pangdaesan	40	0	0	0	0	2	5	2	0	2	25	0	4
		0%	0%	0%	0%	5%	12.5%	5%	0%	5%	62.5%	0%	10%
11 Söraksan	40	0	0	1	0	2	2	0	1	1	1	30	2
		0%	0%	2.5%	0%	5%	5%	0%	2.5%	2.5%	2.5%	75%	5%
12 Chömbongsan	20	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	17
		0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	5%	0%	85%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 70.16%.

**Table 10. Predicted group membership for different seasons based on the total characters**

Actual Group (Season)	No. of Cases	Predicted Group Membership	
		1	2
1 Spring	300	291	9
	320	97%	3%
2 Summer		6	314
		1.9%	98.1%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 97.58%.

#### 인용문헌

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.

Kwon, Y.J. & E.Y. Huh. 1993a. Electron-morphometric classification of the native honeybees from Korea II. Discriminant analysis for different populations based on the total characters. *Korean J. Appl. Entomol.* 32(1): 30~41.

Lee, M.L. 1990. Studies on the variation in morphological characters and allozymes of the honeybees, *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 11월 24일 접수)