

Gompertz 성장곡선에 의한 제주마의 발육표준

양 영 훈

제주대학교 동물자원과학과

Estimates of Standard Growth Performance of Cheju horse by Gompertz Growth Curve Function

Young Hoon Yang

Dept. of Animal Biotechnology, Cheju National University

ABSTRACT

The growth performance of Cheju horses in growing periods was reevaluated by the fitting of Gompertz growth curve model with 1322 records of body measurements. The time of maximum growth was in the age of two to three years old. Body growing of Cheju horses was completed at the age of five. Estimated values of female and male at the age of five were 119.2 and 122.0 cm for withers height, 121.0 and 122.9 cm for rump height, 122.7 and 122.3 cm for body length, respectively. Results showed that the estimate of withers height was higher than that of rump height and the differences between the estimates of withers height and rump height were in the range 1 - 2 cm. There was no differences in the estimates of body measurements between female and male horses in growing periods, but the withers height, back height and rump height were slightly larger than those of female horse at the age of five. For the back depression of Cheju horses, the differences between withers height and back height were in the range 3.7 - 3.8 cm, and the differences between rump height and back height were in the range 4.7 - 5.4 cm at mature.

서 론

제주마의 발육과 체형에 대한 연구는 오래 전부터 관심사가 되어왔다(이기만, 1961: 제주도, 1985: 제주대학교, 1989: 제주대학교, 1990: 정 등, 1991: 양 등, 1991: 양 등, 1996). 전반적으로 이들 연구에 의하면 제주마는 여타 외래품종마에 비하여 체구가 작은 것으로 평가되었다. 90년대 초반부터 한국마사회는 제

주마 보호와 활용차원에서 제주마를 경주마로 활용하기 시작하였다. 세월의 흐름에 따라 경주마로서 불리한 왜소한 체형을 지닌 제주마는 도태되어 갔고 개량마와 교잡하여 체구가 커진 교잡종들이 경주마로 편입되기 시작하여 또다시 제주마의 증식에 대한 입지는 사라져갔으며 결국 사육두수의 급격한 감소를 초래하여 다시금 문화재적 존재로만 명맥을 유지하게 될 입장이 되었다. 2000년도에 접어들면서 제주도와 학계 및 유관기관에서 제주마의 보호와 육성에

대한 필요성이 재차 논의되기 시작하였고 결국 제주마에 대한 등록사업을 제주도가 주관하여 시행하게 이르렀다. 등록사업이 시작된 지금 제주도내의 제주마는 300두 내외에 지나지 않을 것으로 생각된다.

제주마의 발육에 대한 연구는 간헐적으로 보고되어 왔지만 출생시부터 성마에 도달하기까지 일관성 있게 조사되거나 분석된 자료는 양 등(1996)의 다항회귀에 의한 연구이외에 찾아보기가 어려운 현실이다. 또한 양 등(1996)의 성장능력추정치는 생물학적 개념보다 관측치 의존도가 높게 작용하는 통계학적 함수로 추정되어 노화에 따른 영향이 뚜렷하게 반영되어 체형 추정치가 성장에 따라 증가되다가 6세 이후 고령으로 접어들면서 노화에 따라 감소되는 다소 불합리한 성장곡선 추정치를 얻은 바 있다.

제주마의 표준발육능력에 대한 기준설정은 사양관리 지침에 필수적인 자료가 된다. 생산자는 발육표준에 따라 사양관리수준을 결정하여 발육상황을 진단하고 좋은 마필이 생산될 수 있도록 사양기술을 구사하게 된다. 따라서 제주마의 성장능력에 대한 정확한 발육능력 추정은 중요하다고 생각할 수 있으며 발육표준 또한 세월의 흐름에 따라 새로이 추정되어 이용되는 것이 바람직 할 것이다.

따라서 본 연구는 제주마의 발육표준을 보다 정확하게 추정 제시하여 효율적인 제주마 생산에 이용될 수 있는 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있으며 경마에 이용됨에 따라 달라질 수도 있는 제주마의 체형변화를 보다 정확하게 통제 분석할 수 있는 기준자료를 확보하는데 있다.

재료 및 방법

본 연구에 이용된 제주마의 기록은 1990년도부터 2001년까지 수집된 것으로서 분석에는 순수제주마로 분류된 개체들의 기록만이 이용되었다(Table 1). 대부분의 측정기록은 개체별로 1회에 한정되어 측정된 것이었으며 출생 이후부터 성장기까지 동일개체들에 대한 월별 또는 나이별 일관성이 있는 기록은 확보되지 못했다. 총 1322건의 측정기록은 측정시 나이에

따라 1개월령(0-3개월), 6개월령(4-8개월), 12개월령(9-15개월), 18개월령(16-20개월), 24개월령(21-30개월), 36개월령(31-42월), 48개월령(43-54개월), 60개월령(55-66개월), 72개월령 이상(67개월령이상)의 9개 계급으로 분류 통계처리를 하였다. 줄자나 켈리퍼 및 체형측정기로 측정된 체형은 이(1984)의 방법에 따라 12개 부위로 체고(Withers height, WH), 체장(Body length, BL), 배고(Back height, BH), 고고(Rump height, RH), 흉위(Chest girth, CG), 흉심(Chest depth, CD), 흉폭(Chest width, CW), 두장(Head length, HL), 요폭(Back width, BW), 고평(Rump width, RW), 고장(Rump length, RL), 관위(Shank circumference, SC)로 cm 단위로 측정되었다.

Table 1. Number of records.

Age(month)	Female	Male	Total
1	51	57	108
6	110	141	251
12	58	45	103
18	24	28	52
24	80	51	131
36	108	58	166
48	64	41	105
60	45	12	57
Over 72	306	43	349
Total	846	476	1,322

성장함수의 추정은 다음과 같은 Gompertz 모형을 사용하였다(Horgan, 1995).

$$Y = A + C \cdot \text{EXP}(-\text{EXP}(-B(X-M)))$$

A : 하한값(lower asymptote)

C : 최대 증가량(upper asymptote)

M : 성장속도가 가장 빠른 시기
(time of maximum growth)

B : 성장률(growth rate)

성장함수에 대한 계수들은 성별, 월령별 체형측정

치들의 평균값을 이용하여 SAS (ver. 6.12) 소프트웨어의 NLIN (non linear regression) Procedure에 따라 Gauss-Newton의 Non-Linear Least Squares Iterative 방법으로 얻었으며 얻어진 계수들을 이용하여 월령별 발육성적을 추정하였다.

결과 및 고찰

제주마의 12개 부위인 체고(WH), 체장(BL), 배고(BH), 고고(RH), 흉위(CG), 흉심(CD), 흉폭(CW), 두장(HL), 요폭(BW), 고폍(RW), 고장(RL) 및 전관위(SC)에 대한 체형측정치를 이용한 Gompertz 성장함수의 계수 추정치는 Table 2에 제시하였다.

출생직후 성장의 출발점으로 검토해 볼 수 있는 A (lower asymptote)값에 의하면 암컷 망아지가 수컷 망아지에 비해서 체고, 고고, 흉위, 흉심, 고폍, 두장에서 다소 크게 태어나고 있음을 알 수 있겠다. 하지만 최대 성장증가량을 의미하는 C (upper asymptote)의 값에 의하면 수컷이 암컷보다 체고, 배고, 고고, 흉심, 흉폭, 고폍, 전관위, 두장에서 크게 나타난바 성장 종료시점에는 수컷의 체구가 암컷보다 비교적 커지고 있음을 짐작케 하고 있다. 강(1969)은 본토마 연구에서 우리나라 재래마는 고고, 흉폭, 흉심에서 암컷이 수컷보다 유의적으로 크다고 보고한 바 있으나 본 연구에서 제주마는 이와 대조적으로 나타나 주목할 일이었다. 성장속도가 가장 빠른 시기를 의미하는 M (time of maximum growth)의 값에 의하면 전관위는 2.2 - 2.6 개월령에, 흉폭은 10.1 - 11.6 개월령에서 가장 빠른 성장속도를 보이고 있다고 할 수 있다. 기타 형질들은 5 - 7개월령 사이에 가장 빠른 성장 속도를 보이고 있는 것으로 추정되어 이 연령대를 전후로 망아지 시절 사양관리가 매우 중요한 것으로 생각된다.

제주마 12개 체형에 대한 성장능력이 형질별, 성별로 추정되어 Table 3에 제시되고 있다. 이에 의하면 제주마는 체고(withers height), 체장(body length)등 대부분의 형질에서 만 4 (48개월령) - 5세(60개월령)사이에서 성장이 끝나는 현상을 보이고 있는데

이와 같은 결과는 정 등(1991) 및 양 등(1996)의 연구보고와도 일치하고 있었다.

Table 2. Coefficient estimates of Gompertz equation by traits and sex.

Trait	Sex	A	C	B	M
Withers height(WH)	female	83.78	35.39	0.144	5.61
	male	82.86	39.02	0.131	6.75
Body length(BL)	female	74.49	47.97	0.166	5.48
	male	74.93	47.38	0.184	5.85
Back height(BH)	female	81.92	33.51	0.167	5.27
	male	81.00	37.15	0.143	6.23
Rump height(RH)	female	85.91	34.84	0.179	4.99
	male	84.99	37.52	0.162	5.91
Chest girth(CG)	female	84.83	61.51	0.089	7.01
	male	82.82	61.51	0.115	7.03
Chest depth(CD)	female	30.05	27.35	0.115	6.33
	male	28.09	29.74	0.126	6.15
Chest width(CW)	female	15.72	14.97	0.061	10.16
	male	15.40	16.31	0.050	11.66
Head length(HL)	female	30.48	16.42	0.121	5.50
	male	29.43	18.79	0.123	5.83
Back width(BW)	female	19.26	21.97	0.121	6.82
	male	19.25	21.98	0.122	7.27
Rump width(RW)	female	19.36	19.71	0.083	7.93
	male	18.38	20.68	0.089	7.87
Rump length(RL)	female	25.66	12.74	0.149	5.27
	male	25.79	12.42	0.183	6.42
Shank circumference(SC)	female	9.93	5.61	0.116	2.23
	male	9.90	6.58	0.104	3.59

제주마는 출생시 체형은 암 망아지가 수 망아지보다 다소 크게 태어나고 있으나 다 자란 성마의 체형을 비교하여 본다면 체장은 암수간에 비슷하나 체고, 배고, 고고에서 수말이 암말보다 다소 큰 것으로 나타나고 있다. 만 5세에서 성마의 체형은 암말에서는 체고 119.2 cm, 체장 122.7, 배고 115.6, 고고 121.0 cm로 분석되었고, 수말에서는 체고 122.0 cm, 체장 122.3, 배고 118.2, 고고 122.9 cm로 추정되고 있다. 이는 양 등(1996)이 제주마의 자료를 이용하여 3-4차항까지 포함된 다항회귀식을 이용하여 얻은 만 5세의 암말의 체고 123.3, 체장 127.2, 배고 113.8, 고고

Table 3. Growth performance of Cheju horses by Gompertz Gorwth Curve.

Age (month)	WH(체고)		BL(체장)		BH(배고)		RH(고고)		CG(흉위)		CD(흉심)	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
1	86.3	84.9	77.3	76.6	84.1	83.1	86.9	86.9	91.0	86.6	32.3	30.5
2	89.3	87.8	81.8	81.3	87.3	86.2	90.2	90.2	94.4	90.7	34.2	32.7
3	92.1	90.5	85.8	85.5	90.2	88.9	93.3	93.3	97.6	94.5	35.9	34.7
4	94.6	93.0	89.5	89.2	92.8	91.5	96.1	96.1	100.6	98.0	37.6	36.6
5	96.8	95.3	92.8	92.6	95.1	93.8	98.6	98.6	103.4	101.4	39.1	38.3
6	98.9	97.4	95.7	95.7	97.2	96.0	100.9	100.9	106.1	104.4	40.5	39.8
7	100.8	99.4	98.4	98.4	99.1	97.9	103.0	103.0	108.6	107.3	41.8	41.3
8	102.5	101.2	100.8	100.9	100.8	99.7	104.8	104.8	110.9	110.0	43.0	42.6
9	104.0	102.9	103.0	103.1	102.3	101.3	106.6	106.6	113.1	112.5	44.1	43.9
10	105.4	104.4	105.0	105.1	103.7	102.8	108.1	108.1	115.2	114.8	45.1	45.0
11	106.7	105.8	106.8	106.9	104.9	104.2	109.5	109.5	117.1	116.9	46.1	46.0
12	107.9	107.2	108.4	108.5	106.0	105.4	110.8	110.8	119.0	118.9	46.9	47.0
13	108.9	108.4	109.8	109.9	107.0	106.6	112.0	112.0	120.7	120.8	47.8	47.9
14	109.9	109.5	111.1	111.2	107.9	107.6	113.0	113.0	122.3	122.5	48.5	48.7
15	110.8	110.5	112.3	112.4	108.7	108.5	114.0	114.0	123.8	124.1	49.2	49.4
16	111.6	111.4	113.3	113.4	109.4	109.4	114.8	114.8	125.2	125.6	49.8	50.1
17	112.3	112.3	114.3	114.4	110.1	110.2	115.6	115.6	126.6	127.0	50.4	50.7
18	112.9	113.1	115.1	115.2	110.6	110.9	116.3	116.3	127.8	128.3	51.0	51.3
19	113.5	113.8	115.9	115.9	111.2	111.6	117.0	117.0	129.0	129.5	51.5	51.9
20	114.1	114.5	116.6	116.6	111.6	112.2	117.5	117.5	130.1	130.6	51.9	52.4
21	114.6	115.1	117.2	117.2	112.0	112.7	118.1	118.1	131.1	131.7	52.3	52.8
22	115.0	115.7	117.8	117.7	112.4	113.2	118.5	118.5	132.1	132.6	52.7	53.2
23	115.4	116.2	118.3	118.2	112.7	113.7	119.0	119.0	133.0	133.5	53.1	53.6
24	115.8	116.7	118.7	118.7	113.0	114.1	119.4	119.4	133.9	134.3	53.4	53.9
25	116.1	117.2	119.1	119.0	113.3	114.5	119.7	119.7	134.7	135.1	53.7	54.3
26	116.4	117.6	119.5	119.4	113.5	114.8	120.0	120.0	135.4	135.8	54.0	54.6
27	116.7	118.0	119.8	119.7	113.8	115.1	120.3	120.3	136.1	136.5	54.3	54.8
28	116.9	118.3	120.1	120.0	114.0	115.4	120.6	120.6	136.8	137.1	54.5	55.1
29	117.1	118.6	120.4	120.2	114.1	115.7	120.8	120.8	137.4	137.7	54.8	55.3
30	117.3	118.9	120.6	120.4	114.3	115.9	121.0	121.0	137.9	138.2	55.0	55.5
31	117.5	119.2	120.9	120.6	114.4	116.1	121.2	121.2	138.5	138.7	55.2	55.7
32	117.7	119.5	121.0	120.8	114.5	116.3	121.4	121.4	139.0	139.1	55.3	55.9
33	117.8	119.7	121.2	121.0	114.7	116.5	121.5	121.5	139.5	139.6	55.5	56.0
34	118.0	119.9	121.4	121.1	114.8	116.7	121.7	121.7	139.9	140.0	55.6	56.2
35	118.1	120.1	121.5	121.3	114.8	116.8	121.8	121.8	140.3	140.3	55.8	56.3
36	118.2	120.3	121.6	121.4	114.9	117.0	121.9	121.9	140.7	140.7	55.9	56.5
37	118.3	120.4	121.8	121.5	115.0	117.1	122.0	122.0	141.1	141.0	56.0	56.6
38	118.4	120.6	121.9	121.6	115.1	117.2	122.1	122.1	141.4	141.3	56.1	56.7
39	118.5	120.7	122.0	121.6	115.1	117.3	122.2	122.2	141.8	141.5	56.2	56.8
40	118.5	120.9	122.0	121.7	115.2	117.4	122.3	122.3	142.1	141.8	56.3	56.9
41	118.6	121.0	122.1	121.8	115.2	117.5	122.4	122.4	142.3	142.0	56.4	56.9
42	118.7	121.1	122.2	121.8	115.3	117.6	122.4	122.4	142.6	142.2	56.5	57.0
43	118.7	121.2	122.2	121.9	115.3	117.6	122.5	122.5	142.8	142.4	56.6	57.1
44	118.8	121.3	122.3	121.9	115.3	117.7	122.5	122.5	143.1	142.6	56.6	57.2
45	118.8	121.4	122.3	122.0	115.4	117.7	122.6	122.6	143.3	142.8	56.7	57.2
46	118.9	121.4	122.4	122.0	115.4	117.8	120.9	122.6	143.5	143.0	56.7	57.3
47	118.9	121.5	122.4	122.1	115.4	117.8	120.9	122.7	143.7	143.1	56.8	57.3
48	118.9	121.6	122.5	122.1	115.4	117.9	120.9	122.7	143.9	143.3	56.9	57.4
49	119.0	121.6	122.5	122.1	115.5	117.9	120.9	122.7	144.0	143.4	56.9	57.4
50	119.0	121.7	122.5	122.1	115.5	118.0	120.9	122.8	144.2	143.5	56.9	57.4
51	119.0	121.7	122.5	122.2	115.5	118.0	120.9	122.8	144.3	143.6	57.0	57.5
52	119.1	121.8	122.6	122.2	115.5	118.0	121.0	122.8	144.5	143.7	57.0	57.5

Table 3. Continued.

Age (month)	WH(체고)		BL(체장)		BH(배고)		RH(고고)		CG(흉위)		CD(흉심)	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
53	119.1	121.8	122.6	122.2	115.5	118.1	121.0	122.8	144.6	143.8	57.0	57.5
54	119.1	121.9	122.6	122.2	115.5	118.1	121.0	122.9	144.7	143.9	57.1	57.6
55	119.1	121.9	122.6	122.2	115.5	118.1	121.0	122.9	144.8	144.0	57.1	57.6
56	119.1	121.9	122.6	122.2	115.5	118.1	121.0	122.9	144.9	144.1	57.1	57.6
57	119.1	122.0	122.7	122.2	115.6	118.2	121.0	122.9	145.0	144.1	57.1	57.6
58	119.2	122.0	122.7	122.3	115.6	118.2	121.0	122.9	145.1	144.2	57.2	57.6
59	119.2	122.0	122.7	122.3	115.6	118.2	121.0	122.9	145.2	144.2	57.2	57.7
60	119.2	122.0	122.7	122.3	115.6	118.2	121.0	122.9	145.3	144.3	57.2	57.7
61	119.2	122.1	122.7	122.3	115.6	118.2	121.0	123.0	145.4	144.4	57.2	57.7
62	119.2	122.1	122.7	122.3	115.6	118.2	121.0	123.0	145.4	144.4	57.2	57.7
63	119.2	122.1	122.7	122.3	115.6	118.2	121.0	123.0	145.5	144.4	57.3	57.7
64	119.2	122.1	122.7	122.3	115.6	118.2	121.0	123.0	145.6	144.5	57.3	57.7
65	119.2	122.1	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	145.6	144.5	57.3	57.7
66	119.2	122.2	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	145.7	144.6	57.3	57.8
67	119.2	122.2	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	145.7	144.6	57.3	57.8
68	119.2	122.2	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	145.8	144.6	57.3	57.8
69	119.2	122.2	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	145.8	144.7	57.3	57.8
70	119.2	122.2	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	145.9	144.7	57.3	57.8
71	119.2	122.2	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	145.9	144.7	57.3	57.8
72	119.2	122.2	122.7	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	146.0	144.7	57.3	57.8
90	119.3	122.3	122.8	122.3	115.6	118.3	121.0	123.0	146.3	144.9	57.4	57.8

Table 3. Continued.

Age (month)	CW(흉폭)		HL(두장)		BW(요폭)		RW(고폭)		RL(고장)		SC(전관위)	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
1	17.8	16.9	32.1	31.2	20.5	20.3	21.2	20.2	26.9	26.2	11.4	11.4
2	18.2	17.4	33.4	32.6	22.1	21.8	22.2	21.3	27.9	27.0	11.8	11.8
3	18.7	18.0	34.5	33.8	23.6	23.2	23.1	22.3	28.9	27.8	12.1	12.1
4	19.2	18.5	35.6	35.0	24.9	24.5	24.0	23.3	29.8	28.6	12.5	12.5
5	19.6	19.0	36.5	36.1	26.1	25.7	24.9	24.2	30.6	29.5	12.7	12.8
6	20.0	19.4	37.4	37.1	27.3	26.9	25.7	25.1	31.3	30.3	13.0	13.0
7	20.4	19.9	38.2	38.0	28.4	27.9	26.4	25.9	32.0	31.1	13.2	13.3
8	20.8	20.3	39.0	38.9	29.3	28.9	27.1	26.7	32.6	31.9	13.4	13.6
9	21.2	20.8	39.6	39.6	30.3	29.8	27.8	27.4	33.2	32.6	13.6	13.8
10	21.5	21.2	40.3	40.3	31.1	30.7	28.4	28.1	33.7	33.3	13.8	14.0
11	21.9	21.6	40.8	41.0	31.9	31.4	29.1	28.7	34.1	33.9	13.9	14.2
12	22.2	21.9	41.3	41.6	32.6	32.2	29.6	29.3	34.5	34.4	14.1	14.4
13	22.5	22.3	41.8	42.1	33.3	32.8	30.2	29.9	34.9	34.9	14.2	14.5
14	22.9	22.6	42.3	42.6	33.9	33.5	30.7	30.4	35.2	35.3	14.3	14.7
15	23.2	23.0	42.6	43.1	34.5	34.1	31.1	30.9	35.5	35.7	14.4	14.8
16	23.4	23.3	43.0	43.5	35.0	34.6	31.6	31.4	35.8	36.0	14.5	14.9
17	23.7	23.6	43.3	43.9	35.5	35.1	32.0	31.9	36.1	36.3	14.6	15.0
18	24.0	23.9	43.6	44.2	36.0	35.6	32.4	32.3	36.3	36.6	14.7	15.2
19	24.3	24.2	43.9	44.6	36.4	36.0	32.8	32.7	36.5	36.8	14.8	15.3
20	24.5	24.5	44.2	44.9	36.8	36.4	33.2	33.1	36.7	37.0	14.8	15.3
21	24.8	24.7	44.4	45.1	37.1	36.7	33.5	33.4	36.9	37.1	14.9	15.4
22	25.0	25.0	44.6	45.4	37.4	37.1	33.8	33.8	37.0	37.3	14.9	15.5
23	25.2	25.2	44.8	45.6	37.8	37.4	34.1	34.1	37.1	37.4	15.0	15.6
24	25.4	25.5	45.0	45.8	38.0	37.7	34.4	34.4	37.3	37.5	15.0	15.6
25	25.7	25.7	45.1	46.0	38.3	38.0	34.7	34.7	37.4	37.6	15.1	15.7
26	25.9	25.9	45.3	46.2	38.5	38.2	34.9	34.9	37.5	37.7	15.1	15.8

Table 3. Continued.

Age (month)	CW(흉폭)		HL(두장)		BW(요폭)		RW(고폭)		RL(고장)		SC(전관위)	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
27	26.1	26.1	45.4	46.3	38.8	38.4	35.2	35.2	37.6	37.7	15.1	15.8
28	26.2	26.3	45.5	46.5	39.0	38.7	35.4	35.4	37.7	37.8	15.2	15.9
29	26.4	26.5	45.6	46.6	39.2	38.9	35.6	35.7	37.7	37.8	15.2	15.9
30	26.6	26.7	45.7	46.7	39.3	39.0	35.8	35.9	37.8	37.9	15.2	15.9
31	26.8	26.9	45.8	46.8	39.5	39.2	36.0	36.1	37.9	37.9	15.2	16.0
32	26.9	27.0	45.9	47.0	39.6	39.4	36.2	36.3	37.9	38.0	15.3	16.0
33	27.1	27.2	46.0	47.0	39.8	39.5	36.4	36.4	38.0	38.0	15.3	16.0
34	27.2	27.4	46.0	47.1	39.9	39.7	36.5	36.6	38.0	38.0	15.3	16.1
35	27.4	27.5	46.1	47.2	40.0	39.8	36.7	36.7	38.1	38.0	15.3	16.1
36	27.5	27.7	46.2	47.3	40.1	39.9	36.8	36.9	38.1	38.0	15.3	16.1
37	27.7	27.8	46.2	47.3	40.2	40.0	36.9	37.0	38.1	38.1	15.3	16.2
38	27.8	27.9	46.3	47.4	40.3	40.1	37.1	37.2	38.2	38.1	15.3	16.2
39	27.9	28.1	46.3	47.5	40.4	40.2	37.2	37.3	38.2	38.1	15.4	16.2
40	28.0	28.2	46.4	47.5	40.5	40.3	37.3	37.4	38.2	38.1	15.4	16.2
41	28.2	28.3	46.4	47.6	40.6	40.4	37.4	37.5	38.2	38.1	15.4	16.2
42	28.3	28.4	46.4	47.6	40.6	40.4	37.5	37.6	38.3	38.1	15.4	16.2
43	28.4	28.5	46.5	47.6	40.7	40.5	37.6	37.7	38.3	38.1	15.4	16.3
44	28.5	28.6	46.5	47.7	40.8	40.6	37.7	37.8	38.3	38.1	15.4	16.3
45	28.6	28.7	46.5	47.7	40.8	40.6	37.8	37.9	38.3	38.1	15.4	16.3
46	28.7	28.8	46.5	47.7	40.9	40.7	37.9	38.0	38.3	38.1	15.4	16.3
47	28.8	28.9	46.6	47.8	40.9	40.7	37.9	38.0	38.3	38.1	15.4	16.3
48	28.9	29.0	46.6	47.8	40.9	40.8	38.0	38.1	38.4	38.1	15.4	16.3
49	28.9	29.1	46.6	47.8	41.0	40.8	38.1	38.2	38.4	38.1	15.4	16.3
50	29.0	29.2	46.6	47.8	41.0	40.8	38.1	38.2	38.4	38.1	15.4	16.3
51	29.1	29.3	46.6	47.8	41.0	40.9	38.2	38.3	38.4	38.1	15.4	16.3
52	29.2	29.4	46.6	47.9	41.1	40.9	38.2	38.4	38.4	38.1	15.4	16.3
53	29.3	29.4	46.6	47.9	41.1	40.9	38.3	38.4	38.4	38.1	15.4	16.3
54	29.3	29.5	46.7	47.9	41.1	41.0	38.3	38.5	38.4	38.1	15.4	16.3
55	29.4	29.6	46.7	47.9	41.2	41.0	38.4	38.5	38.4	38.1	15.4	16.4
56	29.5	29.6	46.7	47.9	41.2	41.0	38.4	38.5	38.4	38.1	15.4	16.4
57	29.5	29.7	46.7	47.9	41.2	41.0	38.5	38.6	38.4	38.1	15.4	16.4
58	29.6	29.8	46.7	47.9	41.2	41.1	38.5	38.6	38.4	38.1	15.4	16.4
59	29.6	29.8	46.7	47.9	41.2	41.1	38.6	38.7	38.4	38.1	15.4	16.4
60	29.7	29.9	46.7	48.0	41.2	41.1	38.6	38.7	38.4	38.1	15.4	16.4
61	29.8	29.9	46.7	48.0	41.3	41.1	38.6	38.7	38.4	38.1	15.4	16.4
62	29.8	30.0	46.7	48.0	41.3	41.1	38.6	38.8	38.4	38.1	15.4	16.4
63	29.9	30.0	46.7	48.0	41.3	41.2	38.7	38.8	38.4	38.1	15.4	16.4
64	29.9	30.1	46.7	48.0	41.3	41.2	38.7	38.8	38.4	38.1	15.4	16.4
65	30.0	30.1	46.7	48.0	41.3	41.2	38.7	38.8	38.4	38.1	15.4	16.4
66	30.0	30.2	46.7	48.0	41.3	41.2	38.8	38.9	38.5	38.1	15.4	16.4
67	30.0	30.2	46.7	48.0	41.3	41.2	38.8	38.9	38.5	38.1	15.4	16.4
68	30.1	30.2	46.7	48.0	41.3	41.2	38.8	38.9	38.5	38.1	15.4	16.4
69	30.1	30.3	46.7	48.0	41.3	41.2	38.8	38.9	38.5	38.1	15.4	16.4
70	30.2	30.3	46.7	48.0	41.4	41.2	38.8	38.9	38.5	38.1	15.4	16.4
71	30.2	30.3	46.7	48.0	41.4	41.2	38.9	39.0	38.5	38.1	15.4	16.4
72	30.2	30.4	46.7	48.0	41.4	41.2	38.9	39.0	38.5	38.1	15.4	16.4
90	30.7	30.8	46.8	48.0	41.4	41.3	39.1	39.2	38.5	38.1	15.4	16.4

117.9 cm 와 수말의 체고 127.9, 체장 130.5, 배고 117.6, 고고 121.4 cm 에 비교해 본다면 체고는 4 - 5

cm 가 더 짧고 체장은 5 - 8 cm 가 짧으나, 배고와 고고는 1 - 4 cm 정도 더 큰 것으로 추정되고 있다.

두 가지 방법 모두 성장능력 추정에 장단점은 있으나 다항회귀식은 노화로 인한 체형감소 상태도 반영되나 Gompertz 성장함수는 일단 성장된 체형은 노화의 영향을 받지 않아 체형의 감소를 초래하지 않는 특징을 지니고 있다. 일반적으로 생물학적인 견지에서는 Gompertz 성장함수에 의한 추정치가 더 신뢰도를 얻고 있으며 성장기로부터 성장완료시기까지는 관측치와 실제 추정치간에 잘 일치되는 것으로 보고되고 있다.

이 성장곡선에 의하면 이 등(1961)이 보고했던 제주마의 특징의 하나가 전구가 후구에 비해 높이가 낮은 전저후고의 뚜렷한 특징을 유지하고 있다고 했는데 본 연구에서는 후구가 전구에 비해 근소한 차이로 1 - 2 cm 가 높은 것으로 추정되어 양 등(1991)의 보고와 유사하였고, 강(1969)의 보고한 한국재래마의 체형과도 유사하였다. 제주마에 있어서 허리의 함몰정도를 나타내는 체고와 배고의 차이는 양 등(1996)의 연구에서는 9.5 - 10.3 cm로, 배고와 고고의 차이는 3.8 - 4.1 cm 로 나타났으나 본 연구에서 체고와 배고의 차이는 3.7 - 3.8 cm, 배고와 고고의 차이는 4.7 - 5.4 cm로 나타나고 있었다. 한편 강(1969)의 자료에 의하면 한국재래마에서는 체고와 배고의 차이는 4 cm 내외, 고고와 배고의 차이는 4.6 - 6.4 cm 인 것으로 조사된 바 있어서 본 연구와 유사하게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 체형에 있어서 변화는 성장추정함수의 차이로 인한 추정오차와 시대의 흐름에 따른 사양환경 등의 변화로 인한 영향이 복합적으로 작용되어 체형차이가 유발된 것으로 보인다.

적 요

본 연구는 제주마의 체고, 체장, 배고, 고고, 흉위, 흉심, 흉폭, 두장, 요폭, 고폍, 고장 및 전관위의 12개 부위 체형측정치에 대한 1322건의 기록을 이용하여 제주마의 표준발육능력을 추정하였다. 발육성적은 Gompertz 성장곡선에 의한 제주마의 성장능력을 성별, 나이(월령)별로 추정하였다.

제주마의 성장은 만 2 - 3 세에 집중적으로 성장하는 것으로 나타나고 있으며 만 5세에서 성장이 완성되는데 이 때 체고는 암말이 119.2, 수말이 122.0 cm 로, 고고는 암말이 121.0, 수말이 122.9 cm로, 체장은 암말이 122.7, 수말이 122.3 cm로 추정되었다. 제주마는 전저후고의 특징은 유지되고 있으며 후구가 전구에 비하여 1 - 2 cm 가 높은 것으로 나타났다. 암수간 성장에는 큰 차이가 없었으나 만 5세에서 체고, 배고 및 고고에서 수말이 암말보다 1.9 - 2.8 cm 가 큰 것으로 나타났다. 또한 제주마에 있어서 허리의 함몰정도를 나타내는 체고와 배고의 차이는 3.7 - 3.8 cm 로, 배고와 고고의 차이는 4.7 - 5.4 cm 로 나타나고 있었다.

참고문헌

1. 강면희, 1969. 한국 재래마에 관한 역사적 및 형태학적 연구. 한국축산학회지 11(4) :351-379.
2. 이기만, 1961. 제주도마 체형에 관한 생물측정학적 연구. 한국축산학회지, 3:63-73.
3. 이기만, 1984. 마와 승마. 향문사.
4. 양영훈, 김준, 조덕준, 1996. 제주재래마 성장능력 추정. 제주대학교 동물과학연구소, 동물과학논총, 11:95-101.
5. 양영훈, 정창조, 이현종, 강태숙, 1991. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 II. 제주재래마의 체위측정치에 대한 혈통등급의 고정효과. 한국축산학회지, 33(6) :438-443.
6. 정창조, 양영훈, 김중계, 강민수, 1991. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 I. 제주마의 지역별 성별, 연령별 체형측정치. 한국축산학회지, 33(6) :418 - 422.
7. 제주도, 제주대학교, 1985. 제주마의 혈통정립 및 보존에 관한 연구보고서. 제주대학교 농과대학부설 제주도축산연구소.
8. 제주대학교, 제주축산업협동조합, 1989. 제주마의 혈통정립 및 보존에 관한 연구보고서. 제주대학교 농과대학부설 제주도축산연구소.

9. 제주대학교, 축산업협동조합중앙회 제주도지회, 1990. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 II 보고서. 제주대학교 농과대학부설 제주도축산연구소. Gompertz curve. <http://www.bioss.sari.ac.uk/smart/unix/mgrow/slide/intro.htm>.
10. Horgan, G.W, 1995. Growth curve modeling. The
11. SAS, 1995. SAS Institute Inc. Release 6.12.