

제주마의 표준체형, 혈액단백질 및 DNA 다형 현상을 이용한 특성규명

양 영 훈

제주대학교 농과대학 동물자원학과

Characteristics of Cheju Horses with Body Measurement Blood Protein and DNA Polymorphism

Yang, Y. H.

Department of Animal Biotechnology, College of Agriculture,
Cheju National University

I. 서 론

근래에 이르러 제주마의 경제적 이용 가치의 상승과 함께 제주마에 대한 체계적인 보존방법과 활용방안 모색에 모두 들 깊은 관심과 우려를 쏟고 있음은 그만큼 제주마에 대한 중요성을 공감하기 때문인 것으로 생각한다.

제주마 또는 제주재래마에 대한 논란과 연구는 제주도의 마산과 함께 제주도 내외에서 끈임 없이 진행되어왔다. 본 편에서는 그간 제주대학에서 연구되어 온 내용을 중심으로 제주마의 표준체형, 혈액단백질 및 DNA 다형현상을 이용한 제주마의 특성과 위치에 대한 내용을 점검하여 제주마(재래마)의 체계적인 보존

이 논문은 1999년 12월 21일 제주대학교 동물과학연구소에서 주최한 『제주마 보존 및 활용 심포지움』에서 발표되었던 것임.

과 이용가치 제고에 침언하고자 한다.

II. 본 론

1. 제주마의 표준체형

제주마의 체형에 대한 자료는 보고자마다 차이가 있는데 그 차이는 표본추출상의 착오와 빈약한 자료에 의존한 때문인 것으로 사료된다. 양 등(1996, 동물과학논총)은 제주도내에서 그동안 측정되어 수집 가능한 모든 자료를 이용하여 16개 부위 측정치(체고, 배고, 고고, 흉위, 흉심, 흉폭, 요폭, 고평, 체장, 두장, 전관위, 고장, 체중, 전관장, 후관장, 두폭)를 중심으로 '재래마의 월령별 성장능력'을 추정하 바 있는데 표 1과 2는 그 내용의 일부를 인용한 것이다.

표 1과 2에 의하면 1989년도 이전에 출생한 개체들의 평균과 1990년도 이후에 출생한 개체들의 측정치간 체고와 체장에 뚜렷한 차이가 없는 것을 볼 수 있겠다. 제주마는 만 5세(60개월령)에 달하면 성장이 거의 완료되는데 이때의 체고는 웅마가 127.9 자마가 123.3cm에 달하고 체장은 웅마가 130.5 자마가 127.2cm

에 달하는 것으로 성장곡선에서 추정 보고되고 있다. 물론 사육환경이 변화됨과 인위적인 선발과 도태가 진행됨에 따라 표준체형은 서서히 변화될 것이다. 이에 따라서 제주마의 표준체형도 주기적으로 재분석하여 설정되어야 할 것으로 생각된다(별첨 참고).

표 1. 제주마의 체고

(단위:cm)

나이 (월)	웅 마			자 마		
	GP1	GP2	추정치	GP1	GP2	추정치
1	80.7±8.2	86.0±6.7	82.4	80.6± 8.3	86.4±5.9	83.0.
6	100.2±7.3	97.7±4.9	97.0	106.0±10.0	98.7±4.1	98.5
12	107.4±6.0	109.1±5.2	107.6	108.6± 5.4	109.1±3.5	109.1
24	115.7±5.2	114.7±5.2	115.9	114.8± 5.9	112.3±3.9	116.1
36	118.5±5.9	119.8±3.8	119.5	118.3± 4.9	116.8±3.4	117.6
48	122.7±3.9	-	124.5	118.6± 4.4	120.9±2.0	121.0
60	125.4±3.5	122.0	127.9	120.5± 3.9	118.7±4.6	123.3

* Source: Yang et al.(1996), J. Res.Ins.Sci 11:9-28

GP1: 89년도 이전 출생개체로부터 계산됨

GP2: 90년도 이후 출생개체로부터 계산됨

추정치는 GP1과 GP2를 혼합하여 성장곡선에서 추정된 것임

표 2. 제주마의 체장

(단위:cm)

나이 (월)	웅 마			자 마		
	GP1	GP2	추정치	GP1	GP2	추정치
1	73.2±13.9	78.7±11.1	74.7	73.3±14.3	77.5±8.0	73.8
6	101.2± 8.9	95.3± 9.5	96.0	107.1±10.8	95.2±6.8	96.9
12	106.8± 6.6	116.8± 6.8	109.9	108.4± 6.3	114.5±4.6	111.7
24	114.9± 5.7	121.1± 4.4	117.4	115.4± 5.7	120.5±8.4	119.0
36	117.8± 7.1	125.3± 5.7	118.7	118.8± 5.7	122.6±7.8	119.1
48	122.1± 4.1	-	124.9	121.3± 5.3	121.3±4.2	123.9
60	127.0± 3.6	124.4	130.5	124.7± 3.9	122.2±6.6	127.2

* Source: Yang et al.(1996), J. Res.Ins.Sci 11:9-28

과거에 간헐적으로 진행되었던 제주마에 대한 판정은 판정원들의 주관적 감각에 의하여 진행되어서 제주마 판정시비에 대한 논란의 소지가 항상 동반되었다. 현재로서도 제주 제주마에 대한 완벽한 판정방법은 없는 실정이며 이 문제에 대한 해결방안은 앞으로 끈임없이 연구 개발되어져야 할 분야이다. 표 3과 4는 양(1997)이 체형측정치를 이용하여 객관적인 판정방법을 개발하기 위한 노력의 하나로 연구보고했던 자료의 일부를 인용한 것이다. 양(1997)은 기존에 판정된 제주마의 등급을 SAS의 통계분석 전산 팩

케지에서 판별분석을 시도한 결과 체고의 단일 형질만 이용시에 기존 판정등급과 54%의 판정일치율(오판확율 46%)을 얻었는데 12개 부위의 체형측정치를 이용한 결과 72%의 판정일치율(오판확율 28%)을 얻었다고 보고한 바 있다. 이에 따르면 판정방법이 완벽한 것은 아니지만 제주마의 체형 특성을 이용하여 객관적으로 판정하는 것도 제주마 체형특성을 유지하면서 체형에 급격한 변화를 차단하는 수단의 하나로는 이용이 가능할 것으로 생각된다.

표 3. 체고에 의한 제주마 등급 판정 일치율

나이(년)	성별	제주마 등급			오판 확율
		A	B	F	
생시	웅마	0.43	0.60	0.53	0.48
	자마	0.39	0.60	0.38	0.55
1	웅마	0.55	0.60	0.61	0.41
	자마	0.54	0.53	0.41	0.51
2	웅마	0.71	0.10	0.49	0.57
	자마	0.32	0.53	0.46	0.56
3	웅마	0.30	0.57	0.67	0.49
	자마	0.61	0.34	0.67	0.46
4	웅마	0.21	0.56	0.63	0.53
	자마	0.57	0.33	0.75	0.45
5	웅마	0.20	0.69	0.82	0.43
	자마	0.53	0.24	0.94	0.43
6	웅마	0.50	0.80	0.67	0.34
	자마	0.67	0.29	0.85	0.40
6세이상	웅마	0.77	0.24	1.00	0.33
	자마	0.61	0.56	0.81	0.34
평균		0.49	0.47	0.67	0.46

* Source: Yang(1997), J. Res.Ins.Sci 12:89-98
A: 제주마 집단, F:혼혈상태가 심한 집단, B:A와 F집단의 중간

표 4. 12개 부위 체형측정치에 의한 제주마등급 판정 일치율

나이(년)	성별	제주마 등급			오판 확율
		A	B	F	
생시	웅마	0.86	1.00	0.74	0.13
	자마	0.77	1.00	0.59	0.21
1	웅마	0.65	0.80	0.74	0.27
	자마	0.59	0.73	0.56	0.37
2	웅마	0.58	0.67	0.60	0.38
	자마	0.58	0.58	0.58	0.42
3	웅마	0.40	0.64	0.69	0.42
	자마	0.49	0.65	0.65	0.40
4	웅마	0.60	0.69	0.74	0.33
	자마	0.70	0.54	0.73	0.34
5	웅마	0.65	0.85	1.00	0.17
	자마	0.69	0.76	0.90	0.22
6	웅마	1.00	1.00	1.00	0.00
	자마	0.89	0.65	0.85	0.21
6세이상	웅마	0.90	0.24	1.00	0.29
	자마	0.64	0.48	0.79	0.36
평균		0.68	0.71	0.76	0.28

* Source: Yang(1997), J. Res.Ins.Sci 12:89-98

2. 혈액단백질 및 DNA 다형현상

1) 제주마의 혈액 단백질 및 생화학적 특성

그동안 제주마에 대한 혈액단백질 및 생화학적인 특성에 대한 많은 연구가 진행되었는데 그중 일부를 요약해 보면 표

5와 같다. 제주마를 다른 품종과의 차별화를 위하여 여러 항목에 걸친 비교분석이 수행되었는데 인자의 빈도차이는 존재하나 일괄적으로 뚜렷하게 타품종과 구별될 수 있는 항목은 아직 발견되지 못한 것으로 요약해 볼 수 있겠다.

표 5. 제주마의 혈액단백질 및 생화학적인 특성에 대한 연구사

항목	문헌
Albumin(AI)	오문유 등(1992),오 등(1995), 김기옥 등(1995)
Protease inhibitor(Pi)	오 등(1992),김 등(1995)
Esterase(Es)	오 등(1992),오 등(1995), 김기옥 등(1995)
Haptoglobin(Hp)	오 등(1992)
Hemoglobin(Hb)	오 등(1992),오 등(1995), 김 등(1995)
6-Phosphogluconate dehydrogenase	오 등(1992)
Phosphoglucomutase	오 등(1992)
Malate dehydrogenase(MDH)	오 등(1992), 오 등(1995)
Malic enzyme(ME)	오 등(1992), 오 등(1995)
Trypsin inhibitor(Ti)	오유성 등(1995)
Chymotrypsin inhibitor(CTi)	오 등(1995)
Transferrin(Tf)	오 등(1995), 이 등(1999)
Catalase(Cat)	오 등(1995)
Glutamate oxaloacetate transaminasde	오 등(1995)
Glyoxalase I(GLO1)	오 등(1995)
Acid phosphatase(AcP)	오 등(1995)
Superoxide disnutase(SOD)	오 등(1995)
Lactate dehydrogenase(LDH)	오 등(1995)
Hexokinase(HK)	오 등(1995)
Glycoprotein(A1B)	이경갑 등(1999)
Vitamin D binding protein(Gc)	김 등(1995)
Ceruloplasmin(Cp)	김 등(1995)
Antithrombin(AT3)	김 등(1995)
Haptoglobin(Hp)	김 등(1995)

Source : Oh et al.(1992) : Korean J. Genetics Vol. 14-1:39-50.

Oh et al.(1995) : Korean J. Zool. Vol. 38:324-329.

Kim et al.(1995): Korean J. Animal Sci.Vol. 37(6):603-610

Lee et al.(1999): Res. Ins. for Animal Biotechnology. Symposium

2) DNA 다형현상

표 6. Mbo I and Hinc II에 의한 제주마, 몽고마, 더러브렛, 퀴터마 품종의 mt D-loop의 DNA 다형현상

(단위:두수)

Breed	D-loop Type							Total
	AA	AB	AC	BB	BC	BA	CA	
Cheju Horse	12	4	6	2	2	1	2	29
Mongolian horse	7	2	-	2	-	-	1	12
Thoroughbred	4	-	-	-	-	1	1	5
Quarter horse	4	-	-	-	-	1	1	5

Kim and Lee (1999) : not published.

한때 국내외에서 품종간의 차이를 알아내는데 제한효소처리에 의한 DNA의 다형현상(RFLP)을 이용하려는 일련의 시도가 있었다. 품종간에 빈도의 차이는 보고되고 있으나 아직껏 RFLP에 의해 말의 품종들간의 특정한 차이가 있다는 보고는 찾아보기 어려운 실정이다. RFLP의 방법은 제한효소가 가해지게 될 특정 인지부위가 있는 경우에 이용될 수 있는 방법이다. 한 예로 표 6은 Mbo I and Hinc II의 제한 효소 처리로 제주마, 몽고마, 더러브렛, 퀴터마 품종의 mt D-loop의 DNA 다형현상을 관찰한 결과이다. 일견하면 품종간에 뚜렷한 차이가 있는 것으로 보이지만 이는 표본집단의 크기에 따른 오차인지 명확한 판단을 할 수 없을 뿐만 아니라 제한효소가 가해지는 특정부위에 제 2차 돌연변이에 의한 정보도 누락되며 기타 부위의 DNA 정보는 습득되기 어려운 방법이다.

3) mt DNA의 D-loop으로 본 제주마의 위치

김규일 등(1999)은 mt DNA의 D-loop에 의하여 7가지 종류의 제주마의 위치를 여타 품종들(몽고마, 중국 유안마, 프르체발스키, 스웨덴마, 더러브렛 품종)과 비교하여 보고한 바 있는데 제주마는 다양한 유전적 조성을 가진 집단으로 결론을 지으면서 제주마의 일부 집단은 몽고마와의 조상을 함께하는 것으로 설명한 바 있다(그림 1).

III. 결 론

제주마의 특성에 대하여 한마디로 요약하기는 현재로서는 불가능 하지만 제주마는 다양한 유전적 조성을 보유하고 있는 것만은 사실이다. 혈액단백질이나 생화학적 방법 또는 DNA를 이용한 연구에서도 타품종들과 구분될 수 있는 제

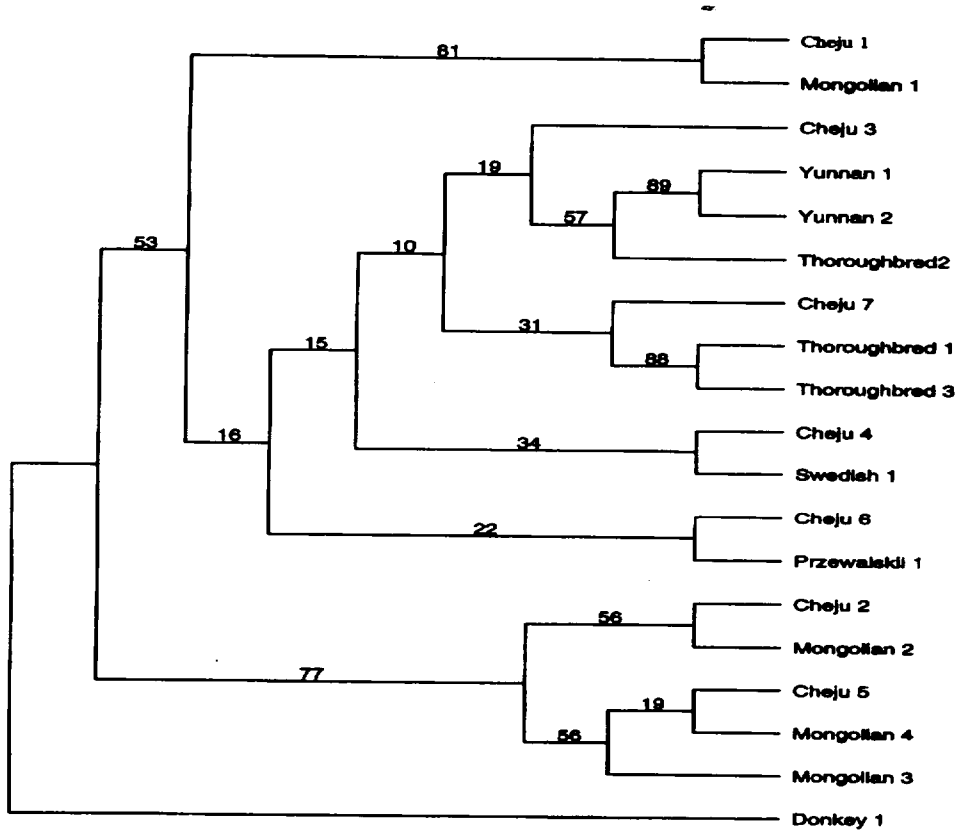


그림 1. mt DNA의 D-loop으로 본 제주마, 몽고마, 중국 유안마, 프르체발스키, 스웨덴마, 더러브렛 품종들간의 유연관계(Kim et al., 1999, Animal Genetics 30:102-108)

주마의 고유한 표식인자(marker)는 아직 알려지지 않고 있으며 다만 빈도의 차이를 유발하는 marker들은 상당 수 존재하는 것으로 보고되고 있다. 제주마 특성구명을 위하여 다각도로 다양한 방법을 통하여 이 분야에 지속적인 연구 접근이 시도되어야 한다는 것 또한 제주재래마 보존을 위하여 필연적이다. 제주재래마의 혈통등록관리 시행시점에 즈음하여 제주재래마의 보존을 위하여 가장 시급한 사항은 현존하고 있는 제주마를 우선 등록하는 일이다. 등록사업이 지연될수록 제주마의 특성보존 및 보호노력과는 거리

가 멀어지게 되며 귀중한 유전자원의 유실은 물론이거니와 제주마의 존재가치의 의심스러워지게 될 수 있다는 사실을 인식하고 있어야 할 것이다. 일단 등록관리가 되면 인위적인 선발과 도태 또는 경마형질 개선을 위한 개량은 등록관리 운영상의 기술적인 것으로 그리 큰 문제가 되지는 않을 것으로 생각된다.

<별첨>

제주마 월령별 성장능력 추정치

1. 체고(Body height)
2. 배고(Back height)
3. 고고(Rump height)
4. 흉위(Chest girth)
5. 흉심(Chest depth)
6. 흉폭(Chest width)
7. 요폭(Back width)
8. 고폍(Rump width)
9. 고장(Rump length)
10. 체장(Body length)
11. 두장(Head length)
12. 관위(Shank circumference)
13. 체중(Body weight)
14. 전관장(Fore cannon bone length)
15. 후관장(Rear cannon bone length)
16. 두폭(Head width)

부표 1-1. 제주마 월령별 성장능력 추정치

(단위:cm)

나이(월)	형질	체고		배고		고고		흉위	
		자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마
1		83.0	82.4	84.3	84.4	86.3	85.6	82.8	81.9
2		86.7	85.9	87.9	87.7	90.1	89.2	88.6	87.5
3		90.0	89.0	91.2	90.8	93.6	92.5	93.9	92.6
4		93.1	91.9	94.1	93.6	96.8	95.5	98.7	97.3
5		95.9	94.6	96.7	96.0	99.7	98.3	103.1	101.5
6		98.5	97.0	99.1	98.3	102.3	100.8	107.1	105.3
7		100.7	99.2	101.2	100.3	104.7	103.0	110.6	108.7
8		102.8	101.3	103.1	102.0	106.8	105.1	113.8	111.8
9		104.7	103.1	104.8	103.6	108.6	106.9	116.6	114.5
10		106.3	104.7	106.2	105.0	110.3	108.5	119.1	117.0
11		107.8	106.2	107.5	106.3	111.7	110.0	121.4	119.1
12		109.1	107.6	108.6	107.3	113.0	111.3	123.3	121.0
13		110.2	108.8	109.5	108.3	114.1	112.5	125.1	122.7
14		111.3	109.8	110.3	109.1	115.1	113.5	126.6	124.2
15		112.1	110.8	111.0	109.8	115.9	114.4	127.8	125.5
16		112.9	111.6	111.5	110.4	116.6	115.2	128.9	126.6
17		113.6	112.4	112.0	110.9	117.2	115.8	129.9	127.6
18		114.1	113.1	112.3	111.4	117.7	116.4	130.7	128.4
19		114.6	113.7	112.6	111.8	118.1	116.9	131.4	129.2
20		115.0	114.2	112.9	112.1	118.4	117.4	131.9	129.8
21		115.3	114.7	113.0	112.4	118.6	117.7	132.4	130.4
22		115.6	115.2	113.1	112.7	118.8	118.1	132.8	130.8
23		115.9	115.5	113.2	113.0	118.9	118.3	133.1	131.3
24		116.1	115.9	113.3	113.2	119.0	118.6	133.4	131.7
25		116.2	116.2	113.3	113.4	119.1	118.8	133.7	132.0
26		116.4	116.5	113.3	113.6	119.1	119.0	133.9	132.3
27		116.5	116.8	113.3	113.8	119.1	119.1	134.1	132.7
28		116.6	117.1	113.3	114.0	119.1	119.3	134.3	133.0
29		116.7	117.4	113.3	114.3	119.1	119.4	134.4	133.4
30		116.8	117.7	113.3	114.5	119.1	119.5	134.7	133.7
31		116.9	117.9	113.3	114.8	119.1	119.7	134.9	134.1
32		117.0	118.2	113.4	115.0	119.1	119.8	135.1	134.5
33		117.1	118.5	113.4	115.3	119.1	119.9	135.4	134.9
34		117.3	118.8	113.5	115.7	119.1	120.1	135.7	135.4
35		117.4	119.1	113.6	116.0	119.1	120.3	136.1	135.9
36		117.6	119.5	113.7	116.4	119.1	120.4	136.5	136.5
37		117.8	119.8	113.8	116.7	119.2	120.6	136.9	137.1
38		118.0	120.2	114.0	117.1	119.3	120.8	137.4	137.8
39		118.2	120.5	114.1	117.5	119.3	121.0	137.9	138.4
40		118.5	120.9	114.3	117.9	119.4	121.2	138.5	139.2
41		118.7	121.3	114.5	118.4	119.5	121.4	139.1	140.0
42		119.0	121.8	114.7	118.8	119.6	121.7	139.8	140.8
43		119.3	122.2	115.0	119.2	119.8	121.9	140.5	141.6
44		119.7	122.7	115.2	119.6	119.9	122.1	141.2	142.5
45		120.0	123.1	115.4	120.0	120.0	122.3	142.0	143.3
46		120.3	123.6	115.6	120.4	120.2	122.6	142.8	144.2
47		120.7	124.0	115.9	120.8	120.3	122.8	143.6	145.2
48		121.0	124.5	116.1	121.1	120.4	123.0	144.4	146.1
49		121.4	125.0	116.2	121.3	120.5	123.1	145.3	146.9
50		121.7	125.4	116.4	121.5	120.5	123.3	146.1	147.8
51		122.1	125.9	116.5	121.6	120.6	123.4	146.9	148.6
52		122.4	126.3	116.5	121.7	120.6	123.5	147.7	149.4
53		122.7	126.6	116.5	121.6	120.5	123.5	148.4	150.2
54		122.9	127.0	116.4	121.5	120.4	123.4	149.1	150.8
55		123.1	127.3	116.3	121.2	120.2	123.3	149.7	151.4
56		123.3	127.6	116.0	120.8	119.9	123.1	150.3	151.9
57		123.4	127.8	115.6	120.3	119.6	122.8	150.7	152.2
58		123.4	127.9	115.1	119.6	119.1	122.5	151.0	152.4
59		123.4	128.0	114.5	118.7	118.5	122.0	151.2	152.5
60		123.3	127.9	113.8	117.6	117.9	121.4	151.3	152.3

부표 1-2. 제주마 월령별 성장능력 추정치

(단위:cm)

나이(월)	형질	흉심		흉폭		요폭		고폭	
		자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마
1		30.4	29.9	15.8	15.6	19.5	18.9	19.7	19.8
2		32.9	32.2	16.7	16.4	20.8	20.2	21.7	21.6
3		35.1	34.4	17.5	17.2	22.0	21.4	23.4	23.2
4		37.2	36.3	18.3	17.9	23.1	22.5	25.0	24.7
5		39.0	38.1	19.0	18.6	24.1	23.5	26.5	26.0
6		40.7	39.8	19.6	19.2	25.0	24.4	27.8	27.2
7		42.2	41.3	20.2	19.7	25.9	25.2	29.1	28.3
8		43.6	42.6	20.7	20.2	26.6	26.0	30.1	29.3
9		44.8	43.8	21.2	20.7	27.3	26.7	31.1	30.3
10		45.9	44.9	21.7	21.1	28.0	27.3	32.0	31.1
11		46.8	45.9	22.1	21.4	28.6	27.9	32.8	31.8
12		47.7	46.7	22.5	21.8	29.1	28.4	33.5	32.5
13		48.4	47.5	22.8	22.1	29.6	28.8	34.1	33.1
14		49.1	48.2	23.2	22.4	30.0	29.3	34.7	33.6
15		49.6	48.8	23.5	22.6	30.4	29.7	35.2	34.1
16		50.1	49.4	23.7	22.8	30.8	30.0	35.6	34.5
17		50.5	49.8	24.0	23.1	31.1	30.4	36.0	34.9
18		50.9	50.3	24.2	23.3	31.4	30.7	36.3	35.2
19		51.2	50.6	24.4	23.4	31.7	31.0	36.6	35.5
20		51.4	51.0	24.6	23.6	31.9	31.2	36.9	35.8
21		51.7	51.3	24.8	23.8	32.2	31.5	37.1	36.0
22		51.9	51.6	24.9	24.0	32.4	31.7	37.4	36.2
23		52.0	51.8	25.1	24.1	32.6	32.0	37.5	36.4
24		52.2	52.0	25.2	24.3	32.8	32.2	37.7	36.6
25		52.3	52.2	25.4	24.4	32.9	32.5	37.9	36.8
26		52.4	52.4	25.5	24.6	33.1	32.7	38.0	36.9
27		52.5	52.6	25.7	24.7	33.3	32.9	38.2	37.1
28		52.7	52.8	25.8	24.9	33.5	33.2	38.3	37.2
29		52.8	53.0	26.0	25.0	33.6	33.4	38.5	37.3
30		52.9	53.2	26.1	25.2	33.8	33.7	38.7	37.5
31		53.0	53.4	26.2	25.3	34.0	33.9	38.8	37.6
32		53.1	53.7	26.4	25.5	34.1	34.2	39.0	37.7
33		53.3	53.9	26.5	25.6	34.3	34.5	39.2	37.9
34		53.4	54.1	26.7	25.8	34.5	34.8	39.3	38.0
35		53.6	54.4	26.8	25.9	34.7	35.1	39.5	38.2
36		53.7	54.7	27.0	26.1	34.8	35.4	39.7	38.3
37		53.9	55.0	27.2	26.3	35.0	35.7	40.0	38.4
38		54.1	55.3	27.4	26.4	35.2	36.1	40.2	38.6
39		54.3	55.6	27.6	26.6	35.4	36.4	40.4	38.8
40		54.6	55.9	27.7	26.7	35.6	36.8	40.7	38.9
41		54.8	56.3	28.0	26.8	35.8	37.1	41.0	39.1
42		55.0	56.7	28.2	27.0	36.0	37.5	41.3	39.2
43		55.3	57.1	28.4	27.1	36.2	37.9	41.5	39.4
44		55.5	57.5	28.6	27.2	36.4	38.3	41.8	39.5
45		55.7	57.9	28.9	27.3	36.6	38.6	42.1	39.7
46		56.0	58.3	29.1	27.3	36.8	39.0	42.4	39.8
47		56.2	58.7	29.4	27.4	37.0	39.4	42.7	40.0
48		56.4	59.1	29.6	27.4	37.1	39.8	43.0	40.1
49		56.6	59.6	29.9	27.4	37.3	40.2	43.3	40.2
50		56.8	60.0	30.2	27.4	37.4	40.5	43.6	40.3
51		56.9	60.4	30.5	27.3	37.6	40.9	43.9	40.3
52		57.0	60.8	30.7	27.2	37.7	41.2	44.2	40.3
53		57.1	61.2	31.0	27.0	37.8	41.5	44.4	40.3
54		57.1	61.6	31.3	26.8	37.8	41.8	44.6	40.3
55		57.1	61.9	31.6	26.5	37.9	42.0	44.8	40.2
56		57.0	62.2	31.9	26.2	37.8	42.3	45.0	40.1
57		56.8	62.5	32.2	25.8	37.8	42.4	45.1	39.9
58		56.6	62.7	32.4	25.4	37.7	42.6	45.2	39.7
59		56.2	62.9	32.7	24.9	37.6	42.7	45.2	39.4
60		55.8	63.0	33.0	24.3	37.4	42.7	45.1	39.0

부표 1-3. 제주마 월령별 성장능력 추정치

(단위:cm)

나이(월)	형질	체장		두장		전관위		고장	
		자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마
1		73.8	74.7	30.0	30.4	10.9	10.9	25.2	24.8
2		79.4	79.8	31.6	31.8	11.4	11.4	26.6	26.1
3		84.4	84.5	33.0	33.1	11.8	11.9	27.8	27.3
4		89.0	88.7	34.2	34.3	12.3	12.3	28.9	28.4
5		93.2	92.6	35.4	35.4	12.6	12.7	29.9	29.4
6		96.9	96.0	36.4	36.4	12.9	13.1	30.8	30.3
7		100.2	99.1	37.4	37.3	13.2	13.4	31.6	31.1
8		103.1	101.8	38.2	38.2	13.5	13.7	32.3	31.8
9		105.7	104.3	39.0	38.9	13.7	13.9	33.0	32.4
10		108.0	106.4	39.7	39.6	13.9	14.1	33.6	33.0
11		110.0	108.3	40.3	40.3	14.1	14.3	34.1	33.5
12		111.7	109.9	40.8	40.8	14.2	14.5	34.5	34.0
13		113.2	111.4	41.3	41.4	14.4	14.7	34.9	34.4
14		114.5	112.6	41.7	41.8	14.5	14.8	35.3	34.7
15		115.5	113.6	42.1	42.2	14.6	14.9	35.6	35.0
16		116.4	114.5	42.4	42.6	14.6	15.0	35.9	35.3
17		117.1	115.2	42.7	42.9	14.7	15.1	36.1	35.5
18		117.7	115.8	42.9	43.2	14.7	15.1	36.3	35.7
19		118.1	116.2	43.1	43.5	14.8	15.2	36.4	35.9
20		118.5	116.6	43.3	43.8	14.8	15.2	36.5	36.0
21		118.7	116.9	43.5	44.0	14.8	15.2	36.6	36.1
22		118.8	117.1	43.6	44.2	14.8	15.3	36.7	36.2
23		118.9	117.3	43.8	44.4	14.8	15.3	36.8	36.3
24		119.0	117.4	43.9	44.5	14.8	15.3	36.8	36.4
25		119.0	117.5	44.0	44.7	14.8	15.3	36.8	36.5
26		118.9	117.5	44.1	44.8	14.8	15.3	36.9	36.5
27		118.9	117.6	44.3	45.0	14.8	15.3	36.9	36.6
28		118.9	117.6	44.4	45.1	14.8	15.3	36.9	36.6
29		118.8	117.7	44.5	45.2	14.7	15.3	36.8	36.7
30		118.8	117.7	44.6	45.3	14.7	15.3	36.8	36.7
31		118.7	117.8	44.7	45.5	14.7	15.3	36.8	36.8
32		118.7	117.9	44.9	45.6	14.7	15.3	36.8	36.8
33		118.8	118.1	45.0	45.7	14.7	15.3	36.8	36.9
34		118.8	118.2	45.2	45.9	14.7	15.3	36.8	37.0
35		118.9	118.5	45.3	46.0	14.7	15.3	36.7	37.1
36		119.1	118.7	45.5	46.2	14.6	15.3	36.7	37.2
37		119.3	119.0	45.7	46.3	14.6	15.3	36.7	37.3
38		119.5	119.3	45.9	46.5	14.6	15.3	36.7	37.4
39		119.8	119.7	46.1	46.6	14.6	15.3	36.7	37.5
40		120.1	120.2	46.4	46.8	14.6	15.3	36.6	37.6
41		120.5	120.6	46.6	47.0	14.5	15.3	36.6	37.7
42		120.9	121.1	46.8	47.2	14.5	15.3	36.6	37.9
43		121.3	121.7	47.1	47.4	14.5	15.3	36.6	38.0
44		121.8	122.3	47.4	47.6	14.5	15.3	36.6	38.2
45		122.3	122.9	47.6	47.8	14.4	15.3	36.5	38.3
46		122.8	123.6	47.9	48.1	14.4	15.3	36.5	38.5
47		123.3	124.2	48.2	48.3	14.3	15.3	36.5	38.6
48		123.9	124.9	48.5	48.5	14.3	15.2	36.4	38.8
49		124.4	125.6	48.7	48.8	14.2	15.2	36.3	39.0
50		124.9	126.3	49.0	49.0	14.1	15.1	36.3	39.1
51		125.5	126.9	49.3	49.2	14.0	15.1	36.2	39.3
52		125.9	127.6	49.5	49.5	13.9	15.0	36.0	39.4
53		126.4	128.2	49.7	49.7	13.8	14.9	35.9	39.6
54		126.8	128.8	49.9	49.9	13.7	14.8	35.7	39.7
55		127.1	129.3	50.1	50.1	13.5	14.7	35.6	39.8
56		127.3	129.7	50.3	50.3	13.3	14.5	35.3	39.9
57		127.5	130.1	50.4	50.5	13.1	14.3	35.1	39.9
58		127.5	130.3	50.5	50.7	12.9	14.2	34.8	40.0
59		127.4	130.5	50.6	50.8	12.6	13.9	34.4	40.0
60		127.2	130.5	50.6	50.9	12.3	13.7	34.0	39.9

부표 1-4. 제주마 월령별 성장능력 추정치

(단위:cm,kg)

나이(월)	형질		전관장		후관장		두폭	
	자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마	자마	웅마
1	48.2	52.9	23.8	23.0	31.8	31.9	14.2	14.3
2	63.4	66.7	24.2	23.6	32.3	32.3	14.6	14.7
3	77.6	79.6	24.6	24.2	32.8	32.6	15.1	15.1
4	90.7	91.7	24.9	24.7	33.2	33.0	15.5	15.5
5	102.9	102.9	25.2	25.1	33.5	33.4	15.9	15.8
6	114.2	113.4	25.5	25.5	33.9	33.7	16.2	16.1
7	124.6	123.1	25.8	25.9	34.2	34.0	16.5	16.4
8	134.2	132.2	26.1	26.2	34.5	34.3	16.8	16.6
9	143.0	140.5	26.4	26.6	34.7	34.6	17.0	16.8
10	151.0	148.3	26.7	26.8	35.0	34.9	17.3	17.0
11	158.3	155.4	26.9	27.1	35.2	35.1	17.5	17.2
12	165.0	161.9	27.1	27.3	35.4	35.4	17.7	17.4
13	171.0	168.0	27.4	27.5	35.6	35.6	17.8	17.5
14	176.5	173.5	27.6	27.7	35.7	35.8	18.0	17.7
15	181.4	178.5	27.8	27.9	35.9	36.0	18.1	17.8
16	185.9	183.1	28.0	28.0	36.0	36.2	18.2	17.9
17	189.8	187.4	28.2	28.2	36.1	36.4	18.3	18.0
18	193.4	191.2	28.3	28.3	36.2	36.6	18.4	18.1
19	196.7	194.7	28.5	28.4	36.3	36.7	18.5	18.2
20	199.6	198.0	28.7	28.6	36.4	36.9	18.6	18.3
21	202.2	200.9	28.8	28.7	36.5	37.0	18.7	18.4
22	204.6	203.7	29.0	28.9	36.5	37.1	18.7	18.4
23	206.8	206.2	29.1	29.0	36.6	37.2	18.8	18.5
24	208.9	208.6	29.3	29.2	36.7	37.3	18.8	18.6
25	210.8	210.8	29.4	29.3	36.7	37.4	18.9	18.6
26	212.7	213.0	29.5	29.5	36.8	37.5	19.0	18.7
27	214.6	215.1	29.7	29.7	36.8	37.6	19.0	18.8
28	216.5	217.2	29.8	29.9	36.9	37.6	19.1	18.9
29	218.5	219.2	29.9	30.2	37.0	37.6	19.2	19.0
30	220.6	221.4	30.1	30.5	37.1	37.7	19.3	19.1
31	222.8	223.6	30.2	30.8	37.1	37.7	19.4	19.2
32	225.2	225.9	30.3	31.1	37.2	37.7	19.5	19.3
33	227.9	228.4	30.4	31.5	37.3	37.7	19.6	19.4
34	230.8	231.0	30.6	31.9	37.5	37.7	19.8	19.6
35	234.1	233.9	30.7	32.4	37.6	37.6	19.9	19.7
36	237.7	237.0	30.8	32.9	37.8	37.6	20.1	19.9