

축산물생산비조사를 위한 복합표본설계

김수택¹ · 김영원²

¹국립경상대학교 정보통계학과; ²숙명여자대학교 통계학과

(2008년 6월 접수, 2008년 7월 채택)

요약

축산물 생산비 조사는 우리나라에서 생산되는 7종의 주요 축산물에 대한 생산비를 산출하는 것을 목적으로 한다. 따라서 2005년 농업총조사 자료를 바탕으로 전국의 양축 농가 현황을 파악하였으며, 축산물별 평균 생산비에 대한 추정오차가 3%이내가 되도록 표본 축산농가수를 결정하고, 표본의 대표성을 유지하면서 조사 업무의 수월성을 고려하여 농업특성화 조사구를 1차 추출단위로 활용하였다. 본 연구에서는 농업특성화 조사구들을 양축 특성에 따라 층화하고 각 층에서 예비 표본 조사구를 추출하였다. 다음으로 예비 표본 조사구를 실시하여 1단계 표본을 구성하고, 1단계 표본 양축 농가로부터 최종 표본 농가를 계통추출하는 이중추출법을 이용하였으며 이에 따른 추정법을 제시하였다.

주요용어: 층화, 농업특성화 조사구, 추정오차, 일단계 표본, 이중추출법.

1. 서론

본 연구는 우리나라에서 생산되는 7가지 축산물(한우송아지, 한우비육우, 육우, 우유, 비육돈, 계란, 육계)에 대한 생산비를 추정하기 위하여 효율적이고 포괄적인 표본설계를 작성하는데 목적이 있다. 현재 농산물품질관리원(이하 농관원)에서 시행되고 있는 축산물생산비조사 표본설계는 2002년에 작성된 것으로 표본이 노후화하여 그 동안의 축산농가수의 변동, 사육규모의 대규모화, 축산 형태의 변화 등에 따른 축종별, 사육규모별 양축 농가 모집단의 변동이 제대로 반영되지 않고 있다. 따라서 현행 표본은 현재의 양축 농가를 대표하기에는 미흡하다. 또한 FTA에 따른 일반 육우의 생산비를 추정할 필요성이 제기되었다. 본 연구에서는 이러한 상황 변화를 수용할 수 있는 새로운 축산물 생산비 추정용 표본설계를 구현하고자 한다.

본 표본설계에서는 그 동안의 축산환경 변화를 반영한 보다 정확한 축산물 생산비가 산출될 수 있도록 하기 위하여 먼저 2005년 농업총조사 자료를 바탕으로 전국의 양축 농가 현황을 파악하였다. 또한 사육 농가의 대규모화 추세를 반영하기 위하여 현재 양축 농가의 사육 실정에 맞게 축산물 사육농가의 규모 구분을 조정하였다. 아울러 현행 축산물생산비조사 결과의 오차 분석을 통하여 축산물별 규모별 표본수를 조정하였다. 그리고 표본의 대표성을 유지하면서 조사의 편의와 업무량 감축을 위하여 가능한 인근 지역에 위치한 축산 농가가 동시에 표본으로 선정될 수 있도록 2005년 농업총조사의 농업 특성화 조사구를 1차 추출단위로 활용하였다.

¹(660-701) 경남 진주시 가좌동 900, 국립경상대학교, 정보통계학과 및 기초과학연구소, 교수.

E-mail: ksnam62@work.go.kr

²교신저자: (140-742) 서울 용산구 청파동 2가, 숙명여자대학교, 통계학과, 교수.

E-mail: ywkim@sookmyung.ac.kr

표 2.1. 현행 축종별, 규모별 표본의 크기 및 변동계수

축종	규모	표본크기	cv(%)	C_P (%)	축종	규모	표본크기	cv(%)	C_P (%)
한우 번식우	10두 미만	209(153)	4.38	54.16	한우 비육우	20두 미만	100(96)	2.01	19.71
	10 ~ 29	98(146)	3.70	44.76		20 ~ 49	55(52)	2.31	16.68
	30 ~ 49	78(54)	7.06	51.88		50 ~ 99	34(30)	2.57	14.09
	50두 이상	65(86)	3.26	30.24		100두 이상	31(34)	2.37	13.84
	전체	450(439)	2.16			전체	220(212)	1.19	
젖소	20두 미만	50(30)	4.88	26.71	비육돈	500두 미만	85(71)	3.39	28.59
	20 ~ 39	69(72)	2.59	21.96		500 ~ 999	55(52)	2.68	19.33
	40 ~ 60	56(38)	2.88	17.78		1000 ~ 1999	52(63)	1.93	15.28
	60두 이상	65(80)	1.66	14.81		2000두 이상	48(40)	2.69	17.02
	전체	240(220)	1.29			전체	240(226)	1.54	
산란계	10000수 미만	32(26)	3.97	20.22	육계	20000수 미만	22(28)	3.18	16.83
	20000수 미만	30(30)	2.80	15.33		30000수 미만	31(26)	2.51	12.77
	30000수 미만	20(27)	2.70	14.01		40000수 미만	33(22)	3.43	16.11
	30000수 이상	38(26)	2.81	14.36		40000수 이상	44(41)	2.50	16.00
	전체	120(109)	1.99			전체	130(117)	1.80	

2. 현행 축산물 생산비조사 표본설계 검토

2002년도 표본설계에서의 표본추출과정은 개략적으로 우선 전국 13,384개 농업조사구에서 1차로 450개의 예비표본 조사구를 크기비례확률에 의한 계통추출법으로 추출하였다. 최종 추출단위인 표본농가는 2000년도 농업총조사 이후의 변동사항을 파악하기 위하여 1차 추출된 농업조사구에 대하여 실사한 후에 이 자료를 토대로 예비 표본 양축농가를 축종별, 규모별로 사후 층화하여 계통확률추출법으로 추출하였다.

한편 김수택과 김영원 (2005)에서 실제 축산물 생산비 산출에 반영된 각 축종별 사육규모별 표본의 크기 및 변동계수는 표 2.1과 같다. 여기서 cv는 각 축종별 규모별 표본 변동계수를 나타내고 있으며, C_P 는 모집단 변동계수에 대한 추정값이다. 또한 전체 생산비 cv는 현행 추정식에서 사용하는 규모별 사육규모에 따른 가중값(2006년 12월 가축통계 자료 참조)을 반영하여 계산한 것이다. 표 2.1을 살펴보면 2006년도 축산물 생산비 조사 표본 자료에서 실제 축산물 생산비 산출에 반영되고 있는 축종별 규모별 표본의 크기는 표 2.1의 괄호 안에 표기된 2002년 표본설계 당시 표본의 크기와 상당한 차이를 보이고 있다. 이와 같이 표본설계 시 축종별 규모별 표본수와 현재의 표본 수에 있어서 많은 차이가 생긴 이유는 생산비 조사를 수행하는 과정에서 양축농가의 사육규모 변동, 사육 포기 및 축사 이전 등에 따른 불가피한 변동이 발생하게 되었으며, 동시에 연중 표본교체에 따라 실제 축산물 생산비 산출에 사용될 수 없는 표본 양축농가 발생 등의 원인에 의한 것으로 판단된다. 따라서 표본설계 과정에서 각 축종별 규모별로 최소한의 표본수를 확보하는 것이 절대적으로 필요하고, 표본선정 이후에 각 축종의 사육규모별 표본수가 어느 정도 유지될 수 있도록 양축농가 변동에 따른 표본관리 및 대체에 대한 적절한 방안을 강구하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 또한, 표 2.1의 축종별 규모별 cv를 보면 그 값이 규모별로 큰 차이를 보이며 목표오차를 크게 벗어난 경우도 많이 있는데, 이는 현행 축산물 생산비 조사 표본설계가 2002년에 2000년 농업총조사 자료를 이용하여 이루어진 것이기 때문에 그 동안의 양축농가 변동을 반영하기에는 표본이 노후화되었음을 의미한다.

표 3.1. 한우 사육규모별 농가수

총조사 년도	한우 농가당 사육 규모(단위: 두)								합계
	1-2	3-4	5-9	10-19	20-29	30-49	50-99	100-	
2005	77,658 (41.68)	36,084 (19.36)	32,032 (17.19)	19,861 (10.66)	7,695 (4.13)	6,807 (3.65)	4,665 (2.50)	1,516 (0.82)	186,318 (100.00)
2000	154,912 (60.36)	40,448 (15.76)	28,178 (10.98)	16,412 (6.39)	6,437 (2.51)	5,579 (2.17)	3,588 (1.40)	1,096 (0.43)	256,650 (100.00)

표 3.2. 젖소 사육규모별 농가수

총조사 년도	젖소 농가당 사육 규모(단위: 두)								합계
	1-2	3-4	5-9	10-19	20-29	30-49	50-99	100-	
2005	223 (1.20)	286 (3.13)	333 (3.65)	626 (6.85)	911 (9.97)	2,326 (25.69)	3,747 (41.02)	681 (7.46)	9,133 (100.00)
2000	1,782 (11.82)	517 (3.43)	772 (5.12)	1,678 (11.13)	2,175 (14.42)	4,178 (27.70)	3,581 (23.74)	399 (2.65)	15,082 (100.00)

표 3.3. 돼지 사육규모별 농가수

총조사 년도	돼지 농가당 사육 규모(단위: 호)								합계
	1-19	20-99	100- 299	300- 499	500- 999	1000- 1999	2000- 4999	5000-	
2005	4,097 (34.74)	1,256 (10.66)	1,058 (8.97)	756 (6.41)	1,657 (14.05)	1,892 (16.05)	922 (7.82)	155 (1.31)	11,793 (100.00)
2000	12,373 (51.29)	3,111 (12.89)	2,416 (10.01)	1,384 (5.74)	2,466 (10.22)	1,715 (7.11)	584 (2.42)	77 (0.32)	24,126 (100.00)

표 3.4. 닭 사육규모별 농가수

총조사 년도		양계 농가당 사육 규모(단위: 수)						합계
		1-999	1000- 4999	5000- 9999	10000- 19999	20000- 29999	30000-	
2005	산란계	43,759 (95.44)	329 (0.72)	328 (0.72)	561 (1.22)	332 (0.72)	535 (1.17)	45,884 (100.00)
	육계	34,823 (92.47)	298 (0.79)	85 (0.23)	264 (0.70)	434 (1.15)	1,756 (4.66)	37,660 (100.00)
	합	78,582 (94.10)	627 (0.75)	413 (0.49)	825 (0.99)	766 (0.92)	2,291 (2.74)	83,544 (100.00)
2000		131,950 (93.36)	745 (0.54)	603 (0.44)	1,103 (0.81)	888 (0.65)	1,651 (1.21)	136,940 (100.00)

3. 조사모집단

3.1. 축산농가 모집단 현황

축산물 생산비 조사에서 조사 대상은 전국의 축산 농가이다. 본 설계의 모집단은 한우(번식우, 비육우), 일반 육우, 젖소, 돼지, 닭(산란계, 육계)을 사육하는 전국의 축산 농가로 구성된다. 현재의 축산농가 모집단을 정확하게 파악하는 것은 현실적으로 불가능하다. 하지만 비록 약간의 시차가 있고 한우사육 농가의 경우 번식우, 비육우와 같은 사육목적에 따른 분포현황을 파악할 수는 없어도 2005년 12월 1일을

기준 시점으로 통계청에서 조사한 2005년 농업총조사 자료는 현재 양축 농가에 대한 정보를 얻을 수 있는 현실적으로 가장 중요한 자료이다. 따라서 본 연구에서 모집단 분석 및 표본설계는 2005년 농업총조사 자료를 기준으로 한다.

2005년 농업총조사 자료에 의하면 본 표본설계의 모집단에 속하는 양축 농가수는 축종별로 한우 186,318호, 육우 6,786호, 젖소 9,133호, 돼지 11,793호, 산란계 45,844호 그리고 육계 37,660호인데, 다수의 농가에서는 2개 축종 이상을 동시에 사육하고 있다. 표 3.1-3.4는 축종별 사육규모별 전국의 축산 농가수에 대하여 2005년도와 2000년도 농업총조사 자료를 대비하여 놓은 것이다. 이 표들을 보면 2005년도 축산 농가수가 2000년도에 비하여 축종별로 한우 70,332호(27.4%), 젖소 5,949호(39.4%), 돼지 12,333호(51.1%), 닭 53,396호(39.0%)와 같이 대폭적으로 감소하였음을 알 수 있다. 그러나 사육규모별로 볼 때, 한우의 경우 4두 이하의 규모에서 감소한 사육농가수가 81,618호로 전체 감소 농가수 70,332호 보다 훨씬 큰데 이는 5두 이상인 규모의 사육농가가 10,000호 이상 늘어났음을 의미한다. 젖소의 경우는 9두 이하 사육농가의 비율이 2000년도에 20.37%인데 반하여 2005년도에는 7.98% 밖에 되지 않으며 50두 이상 사육농가 비율이 크게 증가하여 젖소 사육농가가 대규모화하고 있음을 뚜렷이 보여주고 있다. 돼지의 경우에도 300두 미만 사육농가의 비율이 74.29%에서 54.37%로 감소하여 사육규모가 대규모화하고 있음을 알 수 있다. 한편, 닭의 경우는 대규모 사육농가 비율이 2000년도에 비하여 약간 증가하였음을 볼 수 있다.

김수택 등 (2007)에 제시된 2005년도 농업총조사 자료에 의한 축종별 사육규모별 시도별 전국의 사육농가수와 사육마리수 분포를 보면 모든 축종별로 소규모 사육농가는 매우 많지만 이들 농가에서 실제 사육하고 있는 마리수는 상대적으로 매우 적음을 알 수 있다. 한우의 경우 4두 이하를 사육하고 있는 농가수는 전체 한우 사육농가의 61.04%를 차지하지만 이들 농가에서 사육하는 한우 사육두수는 전체 한우 사육두수의 14.56%에 지나지 않는다.

축종별로 소규모 사육농가의 농가수 및 마리수 구성 비율을 살펴보면 육우 4두 이하 규모의 농가수는 30.09%, 마리수는 2.38%이고, 젖소 9두 이하 규모의 농가수는 9.22%, 마리수는 0.75%이며, 돼지 49두 이하 사육농가의 경우 농가수는 40.71%, 마리수는 0.47%이다. 그리고 닭의 경우 999수 이하 사육농가의 농가수가 산란계는 95.44%, 육계는 92.47%인데 반하여 사육 마리수는 각각 0.47%와 1.29%수준이다. 이와 같이 2005년도 농업총조사 자료에서 나타난 소규모 사육농가 현황을 감안할 때 축산물 생산비 조사를 위한 표본설계에서 축산물 생산 및 판매를 목적으로 하는 실질적인 축산농가가 표본으로 선정될 수 있도록 하기 위한 적절한 조사모집단(survey population)을 구성하는 작업이 필요함을 알 수 있다.

3.2. 농업 조사구 현황

김수택 (2004)과 김수택과 김영원 (2005)은 농업관련조사 표본설계에서 적절한 일차추출단위로 농업 조사구를 제시하고 있다. 본 표본설계에서도 일차추출단위로 농업조사구를 활용하기로 한다. 표 3.5는 2000년 및 2005년 농업총조사 자료의 전체 축산 농가를 기준으로 조사구 크기별 조사구수를 대비하여 놓은 것이다. 이 표를 보면 2005년도 농업조사구 수가 2000년도에 비하여 거의 두 배로 늘어났으며, 1-4호 크기의 조사구 수는 5배 이상으로 늘어나서 농업조사구가 세분화되었음을 알 수 있다. 따라서 본 표본설계에서의 표본 조사구 수도 대폭적으로 늘어날 것으로 예상된다.

축종별 조사구 크기별 조사구수, 농가수 및 조사구당 평균 농가수를 정리한 표 3.6을 보면 3호 이하인 조사구가 50%를 상회하고 있으며 축종별 평균 농가수도 2-7호 정도여서 필요한 표본을 확보하기 위해서는 예비 표본조사구 수를 두 배 가까이 늘려야 할 것이다.

표 3.5. 전체 축산농가 기준 농업조사구 비교

년도	포함 농가수	1-4호	5-9호	10-14호	15-19호	20호 이상	총합
2000	조사구수	2,271	2,433	2,399	2,230	8,489	17,822
	(%)	12.74	13.65	13.46	12.51	47.63	100.00
2005	조사구수	11,965	8,252	5,100	3,032	3,881	32,230
	(%)	37.12	25.60	15.82	9.41	12.04	100.00

표 3.6. 축종별 농업조사구 현황

년도	포함 농가수	1호	2호	3호	4호	5호 이상	합계
한우	조사구수	5,333	3,329	2,525	1,947	13,503	26,637
	(%)	20.02	12.05	9.48	7.31	50.69	100.00
	농가수	5,333	6,658	7,575	7,788	158,964	186,318
	(%)	2.86	3.57	4.07	4.18	85.32	100.00
	평균농가수	1.00	2.00	3.00	4.00	11.77	6.99
육우	조사구수	3,102	643	267	105	166	4,283
	(%)	72.43	15.01	6.23	2.45	3.88	100.00
	농가수	3,102	1,286	801	420	1,177	6,786
	(%)	45.71	18.95	11.80	6.19	17.34	100.00
	평균농가수	1.00	2.00	3.00	4.00	7.09	1.58
젖소	조사구수	3,128	946	398	208	309	4,989
	(%)	62.70	18.96	7.98	4.17	6.19	100.00
	농가수	3,128	1,892	1,194	832	2,087	9,133
	(%)	34.25	20.72	13.07	9.11	22.85	100.00
	평균농가수	1.00	2.00	3.00	4.00	6.75	1.83
돼지	조사구수	4,832	1,109	388	149	304	6,782
	(%)	71.25	16.35	5.72	2.20	4.48	100.00
	농가수	4,832	2,218	1,164	596	2,983	11,793
	(%)	40.97	18.81	9.87	5.05	25.29	100.00
	평균농가수	1.00	2.00	3.00	4.00	9.81	1.74
산란계	조사구수	6,920	3,507	2,047	1,305	2,779	16,558
	(%)	41.79	21.18	12.36	7.88	16.78	100.00
	농가수	6,920	7,014	6,141	5,220	20,549	45,844
	(%)	15.09	15.30	13.40	11.39	44.82	100.00
	평균농가수	1.00	2.00	3.00	4.00	7.39	2.77
육계	조사구수	7,251	3,150	1,599	995	2,049	15,044
	(%)	48.20	20.94	10.63	6.61	13.62	100.00
	농가수	7,251	6,300	4,797	3,980	15,332	37,660
	(%)	19.25	16.73	12.74	10.57	40.71	100.00
	평균농가수	1.00	2.00	3.00	4.00	7.48	2.50

3.3. 조사모집단의 구성

김수택 등 (2007)에 제시된 축종별 사육 농가수와 마리수 분포에서 나타난 바와 같이 농업 총조사 자료에 의하면 축산농가 중에는 사육규모가 매우 작은 축산 농가들이 상당수 포함되어 있다. 각 축종별로 보면 소규모 사육농가 수는 매우 많지만 이들 농가에서 사육하고 있는 축산물 사육두수는 매우 미미하다. 그런데, 이들 소규모 사육농가는 축산물 생산을 목적으로 하는 축산농가로 보기 어렵고, 이들 농가를 표

표 3.7. 조사모집단 조사구 크기별 축산농가수 분포

조사구당 농가수	1호	2호	3호	4호 이상	합계
조사구수(%)	7,120(29.11)	4,593(18.78)	3,140(12.84)	9,610(39.28)	24,463(100.00)

본으로 선정하게 되면 계속되는 조사과정 중에서 양측 포기로 인한 과도한 표본 교체가 예상된다. 따라서 본 표본설계에서는 이와 같은 문제점을 고려하여 각 축종별로 일정 사육규모 이상인 축산 농가들의 집단으로 실제 표본추출을 위한 조사모집단을 구성한다.

이들 소규모 사육농가들은 비록 농업조사구를 구성하고 조사구를 추출하는 과정에서는 논외로 하고 있지만 표본 농업조사구에 대한 현장 실사를 통하여 실제 축산 농가를 확인한 후에 필요에 따라 최종 표본으로 선정하는 것은 가능하다. 조사모집단을 구성하기 위한 축종별 사육규모 기준은 축산농가 대규모화 추세와 현행 축산물 생산비 조사에서 사용하고 있는 축종별 1규모 수준을 참고로 하여 농관원과 협의 하에 한우와 육우의 경우는 5두 이상, 젖소 10두 이상, 돼지 50두 이상 그리고 산란계와 육계는 1,000수 이상 사육하고 있는 축산농가로 우선 조사모집단을 구성한다. 한편, 일정 사육규모 이하 축산농가의 경우 축산물 생산을 목적으로 축산물을 사육한다고 보기 어렵고, 축산물 생산비 산출을 위한 가치 있는 정보를 제대로 제공할 수 없다는 한계가 있으며, 빈번한 표본교체의 우려가 있기 때문에 최종 표본 축산농가 선정에 있어서 가능하다면 이런 축산 농가들은 표본선정에서 배제한다. 따라서 본 표본설계의 최종 표본 축산농가 선정에 있어서는 가능한 한 번식우 5두 이상, 한육우 및 일반육우 10두 이상, 젖소 20두 이상, 돼지 100두 이상 그리고 닭 5,000수 이상 사육농가를 표본 축산농가로 선정한다.

일정 사육규모 이하인 사육 농가를 제외한 조사모집단에서 농업조사구당 농가수에 따른 조사구 현황을 나타내고 있는 표 3.7을 살펴보면, 축산농가가 포함된 조사모집단의 농업조사구수는 전체 모집단의 32,221개 조사구에 비하여 24,463개 조사구로 감소하였지만 47.89%에 해당하는 11,713개의 조사구에는 조사구당 2호 이하의 축산 농가만이 포함되어 있음을 알 수 있다. 그런데 표본설계에서 소수의 축산농가만이 포함되어 있는 농업조사구가 많이 포함된 조사모집단에서 표본 조사구를 추출하게 되면 표본 조사구수가 상대적으로 많아져서 최종 표본 농가가 넓은 지역에 산재하게 되어 조사에 어려움이 커지게 된다. 따라서 농가수 및 마리수 기준으로 포함범위에 있어서 큰 문제가 발생하지 않도록 적절한 기준을 정하여 소수의 축산농가를 포함하는 농업조사구를 제외하여 최종 조사모집단을 구성하는 것이 바람직하다.

전체 24,463개 조사구에서 소규모 농업조사구를 제외함에 따라 발생하는 축종별 조사모집단의 포함범위를 파악하기 위해 먼저 전체 조사구를 대상으로 분석한 표 3.8을 살펴보면 크기가 2호 이하인 농업조사구를 조사모집단에서 제외하는 경우 모든 축종에서 농가수 기준으로 20% 내외의 농가가 조사모집단에서 제외되게 되어 포함범위 측면에서 무리가 있어 보인다. 아울러 모든 축종에 있어 제외 대상 축산농가의 평균 사육 마리수가 상당히 큰 것으로 보아 이들 제외대상 조사구에 상당수의 대규모 사육농가가 포함되어 있음을 알 수 있다. 한편, 대규모 사육농가의 경우 농가비율은 작지만 조사 항목의 총합에 기여하는 비율이 크며 대규모 사육농가의 표본 확보가 용이하지 않기 때문에 각 축종별로 한우 및 육우 50두, 젖소 50두, 돼지 1,000두, 닭 20,000수 이상을 사육하는 대규모 축산 농가가 속해 있는 9,961개 조사구는 무조건 조사모집단에 포함시키고, 포함비율을 높이기 위하여 크기 2호 이하인 조사구 중에서 각 축종별로 한우 및 육우 20~49두, 젖소 30~49두, 돼지 500~999두, 닭 10000~19999수 이상을 사육하는 중규모 축산 농가가 속해 있는 조사구를 조사모집단에 포함시켜서 분석한 결과 (김수택 등, 2007)를 보면 대규모 및 중규모 사육농가가 속하지 않는 3호 미만의 농업조사구를 제외할 경우, 농업조사구수는 24,463개에서 17,921개로 26.74%가 줄어들게 되고 축종별 농가수는 한우 9.68%, 육우 3.88%, 젖소

표 3.8. 축종별 조사모집단 조사구 크기별 축산농가 분포

축종	조사구당 농가수	1호	2호	3호	4호 이상	합계
한우	농가수 (%)	5,054 (6.96)	6,700 (9.23)	6,997 (9.64)	53,825 (74.16)	72,576 (100.00)
	마리수 (%)	112,011 (8.04)	127,552 (9.16)	128,359 (9.22)	1,024,847 (73.58)	1,392,769 (100.00)
	평균 마리수	22.16	19.04	18.34	19.04	19.19
육우	농가수 (%)	213 (4.49)	408 (8.60)	408 (8.60)	3,715 (78.31)	4,744 (100.00)
	마리수 (%)	9,105 (5.13)	13,598 (7.66)	14,676 (8.26)	140,227 (78.95)	177,606 (100.00)
	평균 마리수	42.75	33.33	35.97	37.75	37.44
젖소	농가수 (%)	519 (6.26)	741 (8.94)	796 (9.60)	6,235 (75.20)	8,291 (100.00)
	마리수 (%)	27,655 (5.96)	50,535 (10.90)	41,930 (9.04)	343,656 (74.10)	463,776 (100.00)
	평균 마리수	53.29	68.20	52.68	55.12	55.94
돼지	농가수 (%)	728 (10.41)	725 (10.37)	674 (9.64)	4,866 (69.58)	6,993 (100.00)
	마리수 (%)	910,762 (11.60)	779,518 (9.93)	733,644 (9.34)	5,428,251 (69.13)	7,852,175 (100.00)
	평균 마리수	1251.05	1075.20	1088.49	1115.55	1122.86
산계란	농가수 (%)	233 (11.18)	214 (10.26)	159 (7.63)	1,479 (70.94)	2,085 (100.00)
	마리수 (%)	5,975,700 (12.11)	6,197,034 (12.56)	3,141,290 (6.36)	34,043,099 (68.97)	49,357,123 (100.00)
	평균 마리수	25,646.78	28,958.10	19,756.54	23,017.65	23,672.48
육계	농가수 (%)	373 (13.15)	398 (14.03)	386 (13.61)	1,680 (59.22)	2,837 (100.00)
	마리수 (%)	13,197,300 (10.20)	17,220,500 (13.31)	18,511,800 (14.31)	80,431,020 (62.18)	129,360,620 (100.00)
	평균 마리수	35,381.50	43,267.59	47,958.03	47,875.61	45,597.68

3.98%, 돼지 9.75%, 육계 6.38%, 산란계 9.93% 감소한다. 그러나 사육 마리수의 감소율은 한우 4.31%, 육우 1.03%, 젖소 1.78%, 돼지 3.02%, 육계 0.91%, 산란계 3.20%로 매우 적음을 알 수 있다. 이와 같은 분석과정을 거쳐 대규모 사육농가를 포함하고 있는 9,961 조사구와 대규모 사육농가가 포함되지 않은 농업조사구 중 조사구당 3호 이상의 축산 농가를 포함하고 있는 조사구 및 2호 이하인 조사구 중에서 중규모 축산농가를 포함하고 있는 7,960개 조사구를 합한 17,921개 조사구로 본 표본설계의 최종 조사모집단을 구성한다.

표 4.1. 최종 축종별 사육규모별 구간

축종	1규모	2규모	3규모	4규모
한우 번식우	10두 미만	10-29두	30-49두	50두 이상
한우 비육우	20두 미만	20-49두	50-99두	100두 이상
육우	20두 미만	20-49두	50-99두	100두 이상
젖소	40두 미만	40-59두	60-79두	80두 이상
비육돈	1,000두 미만	1,000-1,999두	2,000-2,999두	3,000두 이상
산란계	20,000수 미만	20,000-29,999수	30,000-39,999수	40,000수 이상
육계	30,000수 미만	30,000-39,999수	40,000-49,999수	50,000수 이상

4. 새로운 표본설계

4.1. 축종별 사육규모 구분

사육규모별 축산물 생산비 산출과 표본농가 확정을 위하여 다양한 형태의 가축사육 상황을 고려하여 적절한 사육규모 산정기준을 설정하는 것은 매우 중요하다. 본 표본설계에서는 현행 표본조사에서 사용되고 있는 사육규모 산정기준을 그대로 사용한다. 이에 따라 한우 사육농가의 경우 동일 축종이라도 사육 목적에 따라 사육규모를 분리하여 처리한다. 예를 들어, 번식우 30두, 비육우 300두인 사육농가의 경우 조사대상이 번식우인 경우 사육규모는 30두, 비육우인 경우 사육규모는 300두로 처리한다. 또한 특정 사육목적의 가축 사육두수는 현행과 마찬가지로 실제 사육두수를 기준으로 한다.

현행 축산물 생산비 조사에서는 축종별로 축산 농가를 4가지 규모로 구분하여 조사하고 있다. 그러나 현행 조사에서 사용하는 축산농가 규모 구분은 축산농가의 사육규모가 대규모화 하고 있는 추세에 있는데 반하여 현행 실제의 규모구분이 전반적으로 하향 설정되어 있어서 규모구분의 상향 조정이 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 구간별 마리수의 제공근에 대한 누적도수를 균등화 하는 방법 (박홍래, 1994)을 이용하여 축종별 사육규모 구분을 위한 조정안을 제시하였다. 현행 표본조사 자료를 이용하여 추정한 축종별, 규모별 모집단의 CV를 고려하여 제시한 안들을 토대로 축산물 생산비 통계를 실제적으로 활용하는 농립부, 축산농가 조합, 축협 등의 사용자가 어떤 사육규모 기준에 따라 축산물 생산비의 차이를 파악하기를 원하는지를 최우선으로 고려하고, 아울러 보조적인 자료로 농업 총조사에 나타난 전체 축산농가의 각 축종별 사육규모별 가구수, 마리수 및 농가별 사육두수 표준편차 등을 참고로 하여 농관원에서 관계자 협의를 통해 최종적으로 결정된 최종 축종별 양축농가 규모 구분은 표 4.1과 같다.

4.2. 조사구 층화

축산농가의 경우 전체 축산농가 중 대규모 사육농가가 차지하는 비중은 상대적으로 매우 작기 때문에 우선 각 축종별로 대규모 사육농가의 표본 확보를 위해 축종별 대규모층을 구성한다. 대규모층 구성기준은 사육규모의 3규모를 참고하여 한우 50두 이상 사육농가, 젖소 50두 이상 사육농가, 돼지 1,000두 이상 사육농가, 닭 20,000수 이상 사육 농가를 포함하고 있는 9,961조사구로 구성한다.

그런데, 최종 조사모집단의 대규모 층에 대한 조사구수, 농가수 및 평균 사육두수를 정리한 표 4.2를 보면 크기 1호 및 2호인 조사구에 포함된 농가들의 평균 사육두수는 한우 (102, 42)두, 육우 (110, 53)두, 젖소 (76, 89)두, 돼지 (2,482, 1700)두, 육계 (50,592, 50,221)수, 산란계 (50,637, 42,480)수인데, 이는 여기에 해당되는 농가들이 거의 대부분 사육규모 4규모에 속하는 농가임을 의미한다. 따라서 4규모에 속하는 표본 농가를 확보하기 위한 방안으로 대규모 층에 속하는 조사구 중에서 크기 2호 이하인 2,970개 조사구들을 묶어서 대규모 1층(대1)으로 하고 나머지 6,991개 조사구를 대규모 2층(대2)으로

표 4.2. 최종 조사 모집단(대규모층) 현황

조사구당 농가수		1호	2호	3호	4호 이상	합계
조사구수		1,486	1,484	1,250	5,741	9,961
(%)		(14.92)	(14.90)	(12.55)	(57.63)	(100.00)
농가수		1,486	2,968	3,750	46,969	55,173
(%)		(2.69)	(5.38)	(6.80)	(85.13)	(100.00)
평균농가수		1.00	2.00	3.00	8.18	5.54
한우	농가수	524	1,449	2,116	31,534	35,623
	(%)	(1.47)	(4.07)	(5.94)	(88.52)	(100.00)
	마리수	53,583	61,817	68,451	755,615	939,466
(%)	(5.70)	(6.58)	(7.29)	(80.43)	(100.00)	
평균마리수		102.26	42.66	32.35	23.96	26.37
육우	농가수	56	183	221	3,036	3,496
	(%)	(1.60)	(5.23)	(6.32)	(86.84)	(100.00)
	마리수	6,176	9,834	11,583	129,067	156,660
(%)	(3.94)	(6.28)	(7.39)	(82.39)	(100.00)	
평균마리수		110.29	53.74	52.41	42.51	44.81
젖소	농가수	261	475	566	5,546	6,848
	(%)	(3.81)	(6.94)	(8.27)	(80.99)	(100.00)
	마리수	19,910	42,558	35,174	323,718	421,360
(%)	(4.73)	(10.10)	(8.35)	(76.83)	(100.00)	
평균마리수		76.28	89.60	62.14	58.37	61.53
돼지	농가수	302	396	412	4,017	5,127
	(%)	(5.89)	(7.72)	(8.04)	(78.35)	(100.00)
	마리수	749,790	673,563	632,792	5,142,515	7,198,660
(%)	(10.42)	(9.36)	(8.79)	(71.44)	(100.00)	
평균마리수		2,482.75	1,700.92	1,535.90	1,280.19	1,404.07
산란계	농가수	98	131	112	1,283	1,624
	(%)	(6.03)	(8.07)	(6.90)	(79.00)	(100.00)
	마리수	4,962,500	5,564,934	2,857,790	32,600,149	45,985,373
(%)	(10.79)	(12.10)	(6.21)	(70.89)	(100.00)	
평균마리수		50,637.76	42,480.41	25,515.98	25,409.31	28,316.12
육계	농가수	245	334	323	1,553	2,455
	(%)	(9.98)	(13.60)	(13.16)	(63.26)	(100.00)
	마리수	12,395,100	16,774,100	18,113,800	79,540,220	126,823,220
(%)	(9.77)	(13.23)	(14.28)	(62.72)	(100.00)	
평균마리수		50,592.24	50,221.86	56,079.88	51,217.14	51,659.15

층을 구성한다. 한편 대규모 사육 농가를 포함하지 않는 나머지 7,960개 조사구로 소규모층(소0)을 구성한다. 이렇게 구성된 3개 층 각각은 층에 속하는 조사구들을 각 조사구에서 사육되고 있는 주요 축종에 따라 6개 축종층으로 분리하여 최종적으로 총 18개 조사구 층을 구성하고 각 층에 적정 표본 조사구수를 배정하여 예비 표본 조사구를 추출한다.

대1과 대2 층을 구성하고 있는 2,970개 및 6,991개 조사구를 축종 층으로 층화하는 방법은 다음과 같은 두 가지 층화 방법을 검토하였다.

표 4.3. 대규모(대1)층 층화 결과

축종층	조사구 수	축산 농가수	축종층 동일축종		규모층 동일축종		동일축종 포함비율		동일축종 농가비율
			농가수	마리수	농가수	마리수	농가수	마리수	
한우	994	1,464	1,389	101,386	1,973	115,400	70.40	87.86	94.88
육우	134	212	139	14,272	239	16,010	58.16	89.14	65.57
젓소	571	881	642	56,881	736	62,468	87.23	91.06	72.87
돼지	568	834	619	1,338,653	698	1,423,353	88.68	94.05	74.22
육계	509	773	541	28,131,600	579	29,169,200	93.44	96.44	69.99
산란계	194	290	206	9,966,434	229	10,527,434	89.96	94.67	71.03

표 4.4. 대규모(대2)층 층화 결과

축종층	조사구 수	축산 농가수	축종층 동일축종		규모층 동일축종		동일축종 포함비율		동일축종 농가비율
			농가수	마리수	농가수	마리수	농가수	마리수	
한우	2,306	16,548	15,505	444,377	33,650	824,066	46.08	53.92	93.70
육우	650	5,292	1,379	102,195	3,257	140,650	42.34	72.66	26.06
젓소	1,538	11,164	4,044	253,040	6,112	358,892	66.16	70.51	36.22
돼지	1,163	8,682	2,647	4,112,483	4,429	5,775,307	59.77	71.21	30.49
육계	960	6,066	1,419	82,841,940	1,876	97,654,020	75.64	84.83	23.39
산란계	374	2,967	904	26,120,399	1,395	35,457,939	64.80	73.67	30.47

방법 1: 전체 축산농가수를 기준으로 조사구내 각 축종별 축산농가 비율을 구하고, 최대 축산농가 비율에 따라 축종별 6개 층 구성

방법 2: 대규모 축산농가수를 기준으로 조사구내 축종별 축산농가 비율을 구하고, 한우농가 비율이 일정 백분을 미만인 조사구를 한우를 제외한 최대 축산 농가 비율에 따라 한우 이외의 다른 해당 축종층에 배분

한편, 소규모 층을 구성하고 있는 7,960개 조사구에 대한 층화는 한우농가 비율이 일정 백분을 미만인 조사구를 한우를 제외한 최대 축산농가 비율에 따라 한우 이외의 다른 해당 축종 층에 배분하는 방법을 검토한다. 한우층을 구성하기 위한 기준 백분율은 70~90%에 해당하는 값으로 변화시키면서 층화하여 결과를 검토한다.

농업총조사 자료에는 축산농가와 관련하여 축산물 생산비에 대한 정보는 전혀 제공되고 있지 않기 때문에 본 표본설계에서는 조사구의 동일성과 포함범위를 나타내는 다음과 같은 측도들을 기준으로 층화방법의 효율성을 검토하였다.

- ◎ 동일축종 농가 포함 범위 = (층내 한우 농가수) / (전체 한우 농가수)
- ◎ 동일축종 마리수 포함 범위 = (층내 한우 마리수) / (전체 한우 마리수)
- ◎ 동일축종 농가 비율 = (층내 한우 농가수) / (층내 축산 농가수)

제시된 층화 방법들에 대하여 포함범위(농가수, 마리수, 동일축종)를 중심으로 비교해 본 결과 대규모 층의 경우 대규모 한우농가 비율이 90% 이상인 조사구는 한우층에 배분하고 90% 미만인 조사구는 대규모 사육농가 비율이 최대인 축종층에 배분하는 하는 층화 방법이 적절한 것으로 판단되었다. 그런데 이러한 층화 방법에 의하면 육우층의 포함비율이 다른 축종 층에 비하여 현저히 떨어지는 결과를 보였기 때문에 육우층의 포함비율을 높이기 위하여 한우농가 비율이 90% 미만이고 육우농가 비율이 20% 이상인 조사구는 무조건 육우층에 배분하는 방법으로 층화하였다. 이상과 같은 방법으로 층화한 결과가 표 4.3과 4.4인데 동일축종 포함범위 및 동일축종 농가비율이 만족할 만한 수준으로 평가된다.

표 4.5. 소규모(소0)층 층화 결과

축종층	조사구 수	축산 농가수	축종층 동일축종		규모층 동일축종		동일축종 포함비율		동일축종 농가비율
			농가수	마리수	농가수	마리수	농가수	마리수	
한우	5,816	24,030	23,934	313,780	29,927	393,231	79.97	79.80	99.60
육우	525	2,197	724	13,396	1,064	19,116	68.05	70.08	32.95
젓소	634	2,696	917	28,273	1,113	34,159	82.39	82.77	34.01
돼지	676	3,337	1,051	367,327	1,184	416,023	88.77	88.29	31.50
육계	150	675	168	1,106,300	201	1,358,800	83.58	81.42	24.89
산란계	159	808	219	1,529,250	254	1,794,450	86.22	85.22	27.10

표 4.6. 층별 예비 표본 조사구 배정

층번호	층 구분	조사구수	해당축종 사육농가수	예비 표본 조사구수
11	한우(대1)	994	1,389	60
12	한우(대2)	2,306	15,505	110
13	한우(소0)	5,816	23,934	20
21	육우(대1)	134	139	40
22	육우(대2)	650	1,379	70
23	육우(소0)	525	724	20
31	젓소(대1)	571	642	40
32	젓소(대2)	1,538	4,044	80
33	젓소(소0)	634	917	20
41	돼지(대1)	568	619	50
42	돼지(대2)	1,163	2,647	80
43	돼지(소0)	676	1,051	20
51	육계(대1)	509	541	32
52	육계(대2)	960	1,419	70
53	육계(소0)	150	168	20
61	산란계(대1)	194	206	32
62	산란계(대2)	374	904	60
63	산란계(소0)	159	219	10
합계				834

소규모 층의 층화 방법에 있어서는 최대 축종비율에 따라 각 축종별 층을 구성하게 되면 조사구들이 한우층으로 과다하게 밀집되는 현상이 발생한다. 따라서 한우농가 비율이 90% 미만인 조사구는 한우 이외의 최대 축종비율을 갖는 축종층에 배분하는 층화 방법이 바람직한 것으로 판단된다. 소규모층의 층화에서도 이러한 층화 방법에 의하면 육우층의 포함비율이 다른 축종층에 비하여 현저히 떨어지는 결과를 보였기 때문에 육우층의 포함비율을 높이기 위하여 한우농가 비율이 90% 미만이고 육우농가 비율이 40% 이상인 조사구는 무조건 육우층에 배분하는 방법으로 층화하였다. 이상과 같은 방법으로 층화한 결과가 표 4.5인데 동일축종 포함범위 및 동일축종 농가비율이 만족할 만한 수준으로 평가된다.

4.3. 예비 표본조사구 추출

본 표본설계에서는 조사의 편의를 위해 우선 농업조사구를 1차 추출단위로 추출하고, 이들 표본 농업조

표 4.7. 개정된 축종별 사육규모별 표본 변동계수

축종	규모	표본의 크기	cv(%)	C_P (%)	전체 cv(%)
번식우	10두 미만	199	3.84	54.16	2.30
	10~29	131	3.91	44.76	
	30~49	52	7.19	51.88	
	50두 이상	57	4.01	30.24	
한육우	20두 미만	97	2.08	20.46	1.15
	20~49	52	2.07	14.91	
	50~99	29	2.66	14.33	
	100두 이상	34	2.37	13.84	
젖소	40두 미만	102	2.46	24.86	1.31
	40~59	38	2.88	17.78	
	60~79	31	2.82	15.72	
	80두 이상	49	2.05	14.38	
돼지	1000두 미만	123	2.43	26.93	1.72
	1000~1999	64	1.93	15.48	
	2000~2999	21	3.60	16.50	
	3000두 이상	18	4.09	17.36	
산란계	20000수 미만	61	2.32	18.12	2.32
	20000~29999	30	2.14	11.72	
	30000~39999	41	1.75	23.50	
	40000수 이상	14	3.28	12.28	
육계	30000수 미만	3	8.87	15.37	2.82
	30000~39999	4	3.73	7.46	
	40000~49999	6	11.12	27.25	
	50000수 이상	10	41.41	14.37	

사구를 대상으로 예비 표본 조사구 내의 모든 축산농가에 대한 현지 출장소의 축종별 사육목적 및 사육 규모에 대한 정확한 실사작업을 실시한 후에 이를 통해서 얻어진 축산농가 자료를 바탕으로 최종 표본 축산농가를 선정하게 된다. 이를 위해 앞에서 구성된 축종별 3개씩 총 18개 조사구 층에 표 4.6과 같이 표본 조사구수를 배정하여 예비 표본 조사구를 추출한다. 층별 조사구수 배정방법은 가능하면 최종 표본 농가의 추출확률이 근사적으로 동일해질 수 있도록 다수의 축산농가가 추출될 소규모 층에서는 조사구 추출확률은 낮추고, 반면에 상대적으로 대규모 층에서 조사구 추출확률은 커지도록 배정한 것이고, 동시에 대규모 축산농가를 표본으로 확보하는데 문제가 발생하지 않도록 층별 축종농가수를 반영하여 각 층에 예비 표본 조사구수를 배정한 것이다.

각 조사구 층에서는 표본 조사구의 지역적 배분을 고려하여 우선 층 내의 모든 조사구를 지역코드에 따라 순서대로 나열하고, 해당 축종의 사육 농가수(대규모층의 경우 대규모 사육농가수)에 비례하는 확률로 계통크기비례확률추출(pps systematic sampling)한다.

4.4. 표본수 배정 및 예상 변동계수

표 4.1에 제시된 새로운 각 축종의 사육규모 구분을 토대로, 현행 2006년 축산물 생산비 조사 자료에서 얻어진 변동계수를 이용하여 각 축종별 사육규모별 표본 양축농가수를 결정한다. 표본수를 결정하는 가장 간단한 방법으로는 각 사육규모의 축산가구수 또는 사육 마리수를 기준으로 한 비례배정을 생각할

표 4.8. 축종별 표본수 기본 배정 방법

축종	변동계수 (C_P)	농가수 (N_h)	비례배정 기준			
			N_h	C_P^2	$N_h * C_P$	$\sqrt{N_h} * C_P$
번식우	0.4889	89,822	619	728	949	772
한육우	0.1779	89,822	619	96	345	281
육우	0.1779	4,744	34	96	18	65
젖소	0.2242	7,691	53	153	37	104
돼지	0.2375	7,561	52	172	39	110
산란계	0.1633	1,934	13	82	7	38
육계	0.1547	1,391	10	73	5	30

수 있다. 하지만 모집단 분석을 통해 파악된 양축농가 분포를 감안하면 농가수의 경우 축종의 1규모 쪽으로 너무 편중되는 현상을 보여 주고 있고, 반면에 마리수의 경우 사육규모 4규모 쪽으로 매우 편중되어 있다. 따라서 이들을 표본수 결정의 기준으로 사용하는 것으로 현실적이지 못하다. 이에 따라 본 표본설계에서는 우선 각 축종별 규모별 추정값의 변동계수를 반영한 표본배정 방법을 사용하여 전반적으로 각 축종의 사육규모별 추정값의 정도(precision)를 유지할 수 있도록 표본을 배정하는 것을 고려한다. 이를 위해 먼저 2006년도 기준 축산물 생산비 조사 자료를 새로운 사육규모 기준에 따라 다시 재분류하여 사육규모별 변동계수를 계산한 결과는 표 4.7과 같다.

표 4.7에서 cv 는 새로운 사육규모기준 규모별 생산비 추정값에 대한 표본 변동계수를 나타내고, C_P 는 표본 변동계수를 근거로 계산된 모집단 변동계수에 대한 추정값이다. 또한 전체 생산비 표본 cv 는 사육규모별 마리수를 가중값으로 사용하는 현행 축종별 축산물 생산비 추정식에서 얻어지는 추정값에 대한 변동계수이다.

새로운 사육규모 기준은 기존 사육규모기준과 차이가 있기 때문에 추정된 모집단 변동계수를 활용하는데 있어서 유의해야 한다. 즉, 현행 2006년 축산물 생산비조사 표본자료를 새로운 사육규모 기준에 따라 분류해 보면 산란계 2규모, 육계 1, 2, 3규모 등의 경우 실제 추정에 사용될 수 있는 표본 농가수가 3-6호로 제한되기 때문에 추정된 모집단 변동계수의 신뢰성에 한계가 있다. 따라서 표본수 결정에 있어서 이들 변동계수에 전적으로 의존하는 이론적인 표본배정 방법을 적용하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 이에 따라 실제 표본배정에 있어서는 가능한 각 축종별 사육규모별로 최소한의 표본크기를 확보하는 동시에 축종별 규모별 사육 농가수 및 마리수를 적절하게 반영하는 방안을 강구하였다.

현재 농관원의 조사인력 및 업무량 등을 감안하면서 축종별 생산비 추계결과에 대한 목표오차 3%를 달성하기 위해 본 표본설계의 전체 표본 농가수를 1,400호로 결정하였다. 축산물 생산비 조사에서는 별도의 7개 축산물에 대한 생산비 산출을 목적으로 하기 때문에 실제적으로는 축종별로 독립적인 7개의 모집단에서 각각 표본을 추출하고, 각 축종별로 별도의 평균 생산비 추계값을 산출하게 된다. 따라서 축종별 표본수 배정에 있어서는 이론적인 최적의 표본수 배정방법을 고려하는 것은 별 의미가 없다. 하지만 조사여건상 전체 표본수는 1,400호로 고정되어 있기 때문에 이를 축종별로 배정하는데 있어서 각 축종별로 표본설계에서 목표로 하는 오차의 한계를 만족시킬 수 있도록 최소한의 표본수를 확보하는 것은 필요하다. 하지만 축종별로 실제 축산정책상의 중요도 및 양축 농가수 등에 있어서 차이가 있기 때문에 이런 요인들도 축종별 표본수 배정에 적절히 반영해 주는 것이 요구된다. 이런 관점에서 전체 표본수를 1,400호로 고정하고 각 축종별 변동계수 및 양축가구수를 반영한 배정방법을 적용해 본 결과는 표 4.8과 같다.

표 4.8에서 축종별 가구수는 2006년 12월 가축통계조사 규모별 양축농가수를 사용한 것이다. 이 경우

표 4.9. 축종별 표본수 배정

축종	변동계수 (C_P)	농가수 (N_h)	기본배정 후 $\sqrt{N_h} * C_P$ 비례			조정안	
			80	90	110	(1)	최종 (2)
번식우	0.4889	89,822	544	486	458	450	430
한육우	0.1779	89,822	249	242	237	230	210
육우	0.1779	4,744	119	132	139	140	150
젖소	0.2242	7,691	142	152	157	160	160
돼지	0.2375	7,561	145	154	159	160	180
산란계	0.1633	1,934	103	119	127	130	140
육계	0.1547	1,391	98	115	124	130	130

이론적으로 타당한 축종별 표본수 배정방법으로는 C_P 제곱에 비례하는 방법을 생각할 수 있는데, 이 경우 축종별로 변동계수 편차가 워낙 크기 때문에 현실적으로 수용이 전혀 불가능하다. 따라서 축종별 농가수와 변동계수를 적절히 반영할 수 있는 $N_h * C_P$ 를 기준으로 표본수를 배정하는 방법이 현실적인 대안이 될 수 있다. 하지만 이 경우에도 산란계, 비육우 등의 경우 배정된 표본수가 너무 작기 때문에 예상치 않은 오차가 개입될 소지가 있다. 특히 본 조사가 연속조사임을 감안할 때 양축농가의 변동에 의한 오차 발생 원인을 방지하기 위해 일정 수 이상의 표본수를 축종별로 확보하는 방안을 강구하는 것이 필요하다.

이런 관점에서 표 4.9에 제시된 각 축종별로 80호, 90호, 110호를 배정하고 나머지 표본수를 $N_h * C_P$ 에 비례 배정하는 안을 고려하여 조정안 (1)과 (2)를 제시하였다. 이를 바탕으로 농관원 관계자와의 수차에 걸친 협의를 통해 축산물별 중요도 및 현행 표본에서의 축종별 표본수 그리고 표본관리 측면 등을 종합적으로 고려하여 조정안 (1)에서 상대적으로 과다하게 표본이 배정된 번식우와 비육우의 표본수를 줄이는 대신 그 표본을 육우, 돼지, 산란계로 적절히 배분한 표 4.9의 조정안 (2)로 최종 축종별 표본수를 확정하였다.

축산물 생산비 조사에서는 축종별 평균 생산비뿐만 아니라 각 축종의 사육규모별 생산비도 관심대상이다. 따라서 각 규모별 평균 생산비 추정값의 정도(precision)를 적절한 수준에서 만족시키기 위해서는 새로운 사육규모 기준에 따른 규모별 표준편차(S_h)를 바탕으로 적절한 규모별 표본수 배정방법을 적용하는 것이 필요하다.

이를 위해 2006년 축산물 생산비 자료에서 축종별 규모별 표준편차의 추정값을 산출하고, 가축통계에서 얻어진 축종별 규모별 사육가구수(N_h)와 사육마리수(M_h)를 반영할 수 있는 다양한 배정방법에 따라 규모별로 표본수를 배정한 결과 및 각 배정방법에 따른 축산물 생산비 예상 변동계수는 표 4.10과 같다. 표 4.10에 제시된 [1안], [2안], [3안] [4안]은 특정 사육규모의 표본수가 너무 작은 경우 사육규모 변동 및 사육포기 등에 의한 표본교체에 따라 표본의 대표성에 상당한 문제가 발생할 수 있다. 이런 점을 고려하여 각 규모별 최소 표본수를 확보하기 위해 우선 규모별로 20호를 배정하고, 각 축종별로 할당된 나머지 표본수를 규모별 표준편차와 마리수 또는 농가수를 반영한 네이만 배정방법을 적용하여 다음과 같은 방법으로 배정한 것이다.

- [1안]: 규모별 사육두수(M_h)와 규모별 표준오차(S_h)를 반영
- [2안]: 규모별 사육농가수(N_h)와 규모별 표준오차(S_h)를 반영
- [3안]: [1안]과 [2안]을 1:1 비율로 절충한 배정안
- [4안]: [1안]과 [2안]을 2:1 비율로 절충한 배정안

제시된 배정방법을 적용한 이유는 축산물 생산비 추정식에서는 우선 규모별 평균생산비를 산출하고 가

표 4.10. 축종별 규모별 표본크기 및 예상 CV

축종	규모	[1안]		[2안]		[3안]		[4안]	
		표본수	CV	표본수	CV	표본수	CV	표본수	CV
한우 번식우 (430)	1	229	3.58	102	5.36	166	4.20	187	3.96
	2	121	4.07	132	3.90	126	3.99	124	4.02
	3	48	7.49	94	5.35	71	6.16	63	6.54
	4	32	5.35	102	2.99	67	3.69	56	4.04
				2.62		2.07		2.18	
한우 비육우 (210)	1	127	1.82	79	2.30	103	2.02	111	1.94
	2	36	2.48	53	2.05	45	2.22	42	2.30
	3	25	2.87	40	2.27	32	2.53	30	2.62
	4	22	2.95	38	2.25	30	2.53	27	2.66
				1.21		1.17		1.16	
육우 (150)	1	59	2.66	32	3.62	45	3.05	50	2.89
	2	39	2.39	37	2.45	38	2.42	39	2.39
	3	28	2.71	36	2.39	32	2.53	30	2.62
	4	24	2.83	45	2.06	35	2.34	31	2.49
				1.44		1.24		1.30	
젖소 (160)	1	52	3.45	22	5.30	37	4.09	42	3.84
	2	44	2.68	31	3.19	38	2.88	40	2.81
	3	33	2.74	42	2.43	37	2.58	36	2.62
	4	31	2.58	65	1.78	48	2.08	42	2.22
				1.41		1.45		1.37	
비육돈 (180)	1	93	2.79	32	4.76	63	3.39	73	3.15
	2	36	2.58	31	2.78	33	2.69	34	2.65
	3	28	3.12	47	2.41	37	2.71	34	2.83
	4	23	3.62	70	2.08	47	2.53	39	2.78
				1.65		1.52		1.44	
산란계 (140)	1	58	2.38	25	3.62	42	2.80	47	2.64
	2	26	2.30	27	2.26	26	2.30	26	2.30
	3	28	4.44	32	4.15	30	4.29	30	4.29
	4	28	2.32	56	1.64	42	1.90	37	2.02
				1.50		1.30		1.33	
육계 (130)	1	39	2.46	23	3.20	31	2.76	33	2.68
	2	25	1.49	23	1.56	24	1.52	25	1.49
	3	35	4.61	35	4.61	35	4.61	35	4.61
	4	31	2.58	49	2.05	40	2.27	37	2.36
				1.53		1.42		1.45	

축통계에서 얻어진 규모별 사육마리수를 가중값으로 사용하여 전체 축종별 평균 생산비를 산출하고 있기 때문에 생산비 추정값의 변동계수를 최소로 하는 배정방법인 [1안]을 적용한 것이다. 한편 실제 표본추출단위는 양축농가이기 때문에 양축농가를 대표하는 표본을 확보한다는 측면에서 규모별 축산가구 수를 반영한 [2안]도 하나의 대안이 될 수 있다. 제시된 표본배정 결과를 살펴보면 [1안] 또는 [2안]의 경우 규모별로 사육농가수 또는 사육 마리수에 있어서 상당한 차이를 보이고 있어 이를 완화하는 목적으로 [3안]과 [4안]을 고려한 것이다.

표 4.11. 최종 축종별 사육규모별 표본수

축종	규모1	규모2	규모3	규모4	합계	예상 CV(%)
번식우	180	120	70	60	430	2.23
비육우	90	45	37	38	210	1.16
육우	52	38	30	30	150	1.36
젖소	44	40	36	40	160	1.38
비육돈	75	34	35	36	180	1.49
산란계	47	26	31	36	140	1.38
육계	33	25	36	36	130	1.48

앞에서 언급한 것과 같이 제시된 표본배정을 위해 사용된 규모별 표준편차는 2006년 축산물 생산비 표본자료를 근거로 추정된 것으로 이들 표준편차가 정확한 값이라고 하면 제시된 방법들이 효과적일 수 있지만 이 방법은 전적으로 추정된 변동계수의 정확성에 크게 의존하기 때문에 만약 표본자료에서 얻어진 변동계수 추정값의 오차가 크다면 문제를 발생시킬 소지가 있다. 따라서 이런 상황을 적절히 극복하기 위한 표 4.10의 배정방안들을 기초로 현재 양축현황 및 조사업무량 등을 감안하여 관계자 협의를 통해 결정한 최종 축종별 규모별 표본수는 표 4.11과 같다.

최종 규모별 표본수는 우선 예상 변동계수가 크게 증가하지 않는 범위 내에서 제시된 배정안을 기준으로 가능하면 규모별 표본수가 편중되는 현상을 줄이는 동시에 조사 편의 등을 고려하여 규모별 생산비 추정값에 대한 cv를 줄일 수 있는 방향으로 배정된 표본수를 조정한 것이다. 예를 들어 번식우의 경우 [4안]을 기준으로 1, 2규모를 줄여 3, 4규모를 상향 조정한 것이고, 비육우의 경우 [4안]을 기준으로 하향 조정하여 규모 2, 3, 4에 추가 배분한 것이다.

4.5. 최종 표본 농가 추출

예비 표본으로 추출된 834개 조사구에 대한 각 지방 출장소의 현지 확인결과 예비 표본조사구 중 도서벽지 지역, 나환자촌, 택지개발 등의 사유로 조사가 불가능한 조사구들은 최종 표본 선정대상에서 제외하였다. 아울러 조사구 전체가 최종표본선정대상에서 제외된 것은 아니지만 조사구 내의 양축농가 중 조사대상에 해당하지 않는 토종닭, 유정란 등 특수형태 사육농가, 계열화 사업 참여 농가, 종축 사육농가, 집단사육 농가 등과 조사상 어려움이 예상되는 단독농가 등을 제외한 최종 표본 추출대상 양축농가 수는 번식우 2,349호, 비육우 1,226호, 일반육우 280호, 젖소 609호, 비육돈 500호, 산란계 1,991호, 육계 238호인 것으로 파악되었다.

예비 표본 조사구에 포함된 현재 실제 양축농가에 대한 각 농관원 출장소의 실사결과를 통해 확인된 양축농가의 사육규모 및 사육목적은 기초 자료로 각 축종별 규모별 표본수에 따라 최종 표본을 층화계통 확률추출한다. 최종 표본 선정을 위해 직접 농가를 추출하지 않고, 먼저 조사구를 추출하여 조사구에 대한 실사작업 후 최종 표본을 선정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 본 표본설계에서 표본추출틀(sampling frame)로 사용한 농업총조사 자료에는 양축농가의 사육목적 및 사육규모에 대한 정보가 없다. 따라서 최종 표본 선정을 위한 현재의 양축 농가 현황을 파악하기 위해 예비 표본으로 추출된 조사구에 대한 실사작업이 필요하다. 둘째, 조사의 편의를 위해 지역적으로 최종 표본을 집중시키기 위해 우선 조사구를 예비 표본으로 추출하고, 추출된 조사구에서 최종 표본을 선정함으로써 최종 표본 농가가 지역적으로 집중되어 조사상 업무량을 줄일 수 있고, 실제 조사원이 조사구 단위로 표본을 관리할 수 있다는 조사의 편의를 고려한 것이다.

예비 표본 조사구 실사결과 얻어진 최종 표본 선정 대상 농가 중 최종 표본은 조사의 편의를 위해 각 조

사구에서 평균적으로 5호를 선정함을 원칙으로 추출한다. 예비 표본 조사구는 앞에서 설명한 것과 같이 조사구를 층화하여 추출한 것이다. 이 과정에서 8개의 조사구층별로 조사구 추출확률은 양축농가수를 반영하여 조정하였고, 아울러 각 조사구의 양축농가수에 비례하는 크기비례확률추출법을 적용하여 조사구를 추출함으로써 어느 정도 최종 표본 농가의 추출확률이 동일해지도록 한 것이다. 이런 추출방법을 적용한 이유는 최종 표본이 자체가중(self-weighting) 표본이 되도록 하여 축산물 평균 생산비 추계식을 간단하게 하기 위해서 이다. 참고로 예비 표본 조사구는 확률추출이론에 의해 추출된 표본이므로 이중 일부 조사구를 유의적으로 최종 표본 조사구로 선정하여도 표본의 대표성에는 큰 문제가 발생하지 않는다고 볼 수 있다. 이에 따라 최종 표본 선정시 설정된 축종별 규모별 표본수를 만족할 수 있는 범위 내에서 가능하면 출장소별 업무량 분배 문제 등 조사상의 편의를 중점적으로 고려하여 최종 표본 조사구 및 표본 농가를 선정하였다.

최종 표본 농가 선정시 조사 업무량을 줄이기 위해 한우 사육농가의 경우 비육우와 번식우를 동시에 사육하는 다목적 표본농가를 가능한 표본에 포함한다. 또한 조사대상 축종에 대한 정확한 생산비 산출과 조사의 편의를 위해 다수의 축종을 동시에 사육하는 양축농가는 표본 농가로 선정하지 않는 것을 원칙으로 하였으며, 이에 따라 특히 젖소의 경우 번식우 또는 비육우를 혼합 사육하는 농가는 가능한 표본에서 제외하였다. 한편 돼지 사육농가 특성을 고려하여 비육돈의 경우 모돈을 같이 사육하는 양축농가를 표본으로 추출하였다. 아울러 조사상의 어려움을 덜기 위해 단독농가는 최종 표본으로 선정하지 않는 것을 원칙으로 하였다.

4.6. 평균 생산비 추계

본 표본설계에서는 양축농가의 사육목적 및 사육규모를 사전에 파악할 수 없기 때문에 우선 예비 표본 조사구를 추출하여 이에 포함된 양축농가로 1단계 표본(phase 1 sample)을 구성하고 이에 대한 실사작업을 통해 사육규모 및 사육목적은 파악한 후 1단계 표본 농가를 축종별, 규모별로 층화하여 최종 표본을 선정하는 이중추출법(double sampling)을 적용한 것이다.

일반적인 이중추출법에 의한 층화추출과 본 표본추출법의 차이는 1단계 표본을 추출하는 과정에서 양축농가를 직접추출하지 않고 조사구를 추출하여 1단계 표본을 구성한 것이다. 1단계 표본을 구성하기 위해 조사구를 사용하게 되면 집락효과에 따라 표본오차가 약간 커지는 현상이 발생하게 되는데, 실제 최종 표본에서는 소수의 동일 축종의 농가만을 동일한 조사구에서 표본으로 선정하기 때문에 이 효과는 거의 무시할 수 있다. 아울러 본 표본설계에서 1단계 표본추출 과정에서 조사구를 사용한 목적은 표본 관리의 입장에서 표본 농가를 동일 지역으로 집중시키기 위해서 불가피한 선택이었다는 점에 유의할 필요가 있다.

한편, 추정식에 있어서는 실제로 이중추출법을 적용한 경우와 전통적인 층화추출법을 적용하는 경우 차이가 발생하지 않는다. 따라서 이중추출법 및 조사구 사용에 따른 영향을 무시하고 최종 표본이 단순 층화추출법에 의해 얻어진 것으로 간주해도 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 평균 생산비 산출을 위한 다음과 같은 간편한 추정식을 제안한다.

1) 축종별 규모별 평균 생산비 추정

① A축종 h규모의 평균생산비 추정식

$$\bar{y}_{Ah} = \frac{1}{n_{Ah}} \sum_{i=1}^{n_{Ah}} y_{Ahi},$$

여기에서 n_{Ah} 는 A축종의 h규모에 할당된 표본 농가수이고, y_{Ahi} 는 A축종 h규모의 i번째 농가의 축산물 단위당 평균 생산비이다. 그리고 축종 A는 번식우, 비육우, 일반육우, 젖소,

비육돈, 산란계, 육계를 나타내며, 축산물 단위당 평균 생산비는 축종별로 송아지 1두, 한육우 생체 600Kg, 일반 육우 생체 600Kg, 우유 100ℓ, 비육돈 생체 100Kg, 계란 100개, 육계 생체 10Kg에 해당하는 농가당 평균 생산비를 나타낸다.

② A축종 h규모의 평균생산비 추정값에 대한 분산 추정식

$$\text{var}(\bar{y}_{Ah}) = \frac{s_{Ah}^2}{n_{Ah}} \left(1 - \frac{n_{Ah}}{N_{Ah}}\right) \approx \frac{1}{n_{Ah}} s_{Ah}^2,$$

여기에서 N_{Ah} 는 A축종 h규모의 총 사육마리수이고, s_{Ah}^2 은 다음과 같다.

$$s_{Ah}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{Ah}} (y_{Ahi} - \bar{y}_{Ah})^2}{n_{Ah} - 1}.$$

③ A축종 h규모의 평균생산비 추정값에 대한 변동계수 추정식

$$\text{cv}(\bar{y}_{Ah}) = \frac{\sqrt{\text{var}(\bar{y}_{Ah})}}{\bar{y}_{Ah}}.$$

한편 위 ②식에서 $(1 - n_{Ah}/N_{Ah})$ 은 유한모집단 수정항으로 전체 사육 마리수 중 표본으로 조사대상이 되는 표본 농가의 축산물 사육 마리수는 상대적으로 매우 적기 때문에 실제 계산에서는 무시한다.

축종별 전국 평균생산비 추정

④ A축종의 전국 평균생산비 추정식

$$\bar{y}_A = \sum_{h=1}^{L_A} \left(\frac{N_{Ah}}{N_A}\right) \bar{y}_{Ah},$$

여기에서 \bar{y}_{Ah} 는 A축종 h규모의 평균생산비이고 N_A 는 A축종의 전국 사육 총 마리수, N_{Ah} 는 A축종 h규모의 전국 사육 총 마리수, L_A 는 A축종의 사육규모 층의 수를 나타낸다. 위 ④식에서 규모별 사육 마리수의 비율을 반영한 가중값 (N_{Ah}/N_A)은 전국 평균 생산비 집계 당시의 사육 마리수를 기준으로 산출되며 매년 그 수치가 변경된다. 이 가중값은 연속 조사로 실시되고 있는 가축통계조사에서 얻어진 결과를 이용한다. 한편, 실제 가축통계에서는 순수 한우가 아닌 한육우의 사육마리수가 조사되고 있으며, 한우의 사육목적에 따른 비육우 및 번식우를 구분한 사육마리수도 정확히 파악되고 있지 않기 때문에 불가피하게 가축통계에서 얻어지는 한육우 규모별 사육마리수 비율 그대로 사용하도록 한다. 참고로 이 가중값 적용시 구체적인 규모별 사육마리수를 반영하는 것이 아니라 규모별 사육마리수의 구성 비율을 반영하는 것이기 때문에 가축통계 조사결과를 사용함으로써 발생하는 문제는 크지 않다고 판단된다.

⑤ A축종의 전국 평균생산비 추정값에 대한 분산 추정식

$$\text{var}(\bar{y}_A) = \sum_{h=1}^{L_A} \left(\frac{N_{Ah}}{N_A}\right)^2 \frac{s_{Ah}^2}{n_{Ah}} \left(1 - \frac{n_{Ah}}{N_{Ah}}\right).$$

⑥ A축종의 전국 평균생산비 추정값에 대한 변동계수 추정식

$$cv(\bar{y}_A) = \frac{\sqrt{\text{var}(\bar{y}_A)}}{\bar{y}_A}$$

위 ⑤식과 ⑥식에서 얻어지는 추정오차는 앞에서 언급한 것과 같이 본 연구에서 적용한 집락(조사구) 및 이중추출법 적용에 따른 효과를 무시한 것이기 때문에 실제적으로 추정오차가 약간 과소 추정될 수 있다.

5. 요약 및 결론

현행 축산물 생산비 조사를 위하여 사용하고 있는 표본설계는 2002년에 작성된 것으로 그 동안 축산환경의 변화에 따른 모집단 변동이 반영되고 있지 않아 표본의 대표성이 결여되어 있다. 아울러 설계시 규모별로 배정된 표본수의 변동이 진행되어 표본의 대표성에 다소 문제점을 갖고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 기존 표본설계의 미비점을 개선하고 보다 정확한 생산비 통계를 산출할 수 있는 표본을 새롭게 설계하였다. 본 축산물 생산비 조사 표본설계에 있어서 설계과정은 다음과 같다.

첫째, 양축농가 모집단을 파악하기 위하여 2005년 농업 총조사 자료를 기초자료로 사용하고, 총조사의 농업조사구를 1차 표본추출단위로 활용하여 조사의 편의를 고려하였다. 둘째, 현재의 양축농가 실태를 고려하여 현행조사에서 사용하는 축종별 규모 구분을 상향조정한 새로운 사육규모 구분을 설정하고, 새로운 사육규모 기준에 따라 양축농가를 층화추출하였다. 셋째, 2006년 축산물 생산비 조사 자료를 분석하여 축산물별 전국 평균 생산비의 추정오차를 3%이내로 할 수 있도록 축산물별 사육규모별 표본수를 결정하였다. 넷째, 먼저 예비 표본 조사구를 선정하여 현지 확인을 통하여 최종 표본을 선정하였다. 표본 선정시 조사상의 편의를 고려하여 표본농가가 인근지역에 선정되도록 조사구 단위로 표본을 추출하였으며, 출장소별 업무량 안배를 고려하였다. 다섯째, 젖소 수컷을 포함한 일반 육우의 생산비 조사를 위한 표본을 추가하였다. 마지막으로 축산환경 변화에 따른 모집단 사육규모 변동을 반영하는 생산비 추정식을 제시하였고, 특히 축산 현황의 변동을 반영할 수 있도록 전국의 평균 생산비 산출시 매년 가축 통계에서 얻어지는 규모별 사육마리수를 가중값으로 사용하였다. 아울러 표본관리 및 대체 방법을 상세히 언급하였다.

표본조사는 표본오차 및 비표본오차, 연속조사에서 발생하는 시계열 오차 등을 내포하며, 이러한 오차를 최소화하는 조사를 하여야 한다. 특히, 생산비조사와 같은 경우 표본농가의 조사표 작성과정에서 발생하는 비표본 오차가 발생한 가능성이 매우 높기 때문에 신뢰할 수 있는 축산물 생산비 통계를 산출하기 위해서는 이런 비표본 오차를 줄이는 방안을 강구하는 것이 매우 중요하다. 아울러 표본의 대표성을 유지하고 오차의 한계를 꾸준히 보장하기 위해서는 본 연구의 설계 이후에 적절한 표본의 관리 및 신중한 대체가 절실히 요망된다.

참고문헌

- 김수택 (2004). 농업경영체 경영실태 표본설계, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **6**, 1697-1713.
 김수택, 김영원 (2005). 축산물 생산비 산출을 위한 통계조사설계, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **7**, 1281-1297.
 김수택, 김영원, 김규성, 전종우 (2007). <축산물생산비조사 표본설계>, 서울대학교 복잡계 통계연구센터.
 농림부 (2007). <2001 축산물생산비 조사자료 집계표>, 국립농산물품질관리원.
 농림부 (2007). <2007. 3. 1 현재 가축통계>, 국립농산물품질관리원.
 박홍래 (1994). <통계조사론(개정판)>, 영지문화사, 서울.
 통계청 (2006). <2005 농업총조사 분석보고서>, 통계청.

A Complex Sampling Design for the Estimation of Korean Livestock Production Cost

Soo Taek Kim¹ · Young Won Kim²

¹Dept. of Informational Statistics, GyeongSang National University;

²Dept. of Statistics, Sookmyung Women's University

(Received June 2008; accepted July 2008)

Abstract

We propose a new sampling design for the Korean Livestock Production Cost Survey. In this sampling design, the survey population is derived from the 2005's agricultural census of Korea. And coefficient of variation(CV) is estimated from the current livestock production cost survey data, and the estimated CV's are used to find the optimal sample size which satisfies the predetermined precision of estimation. In order to save the enumeration cost, the agriculture enumeration districts are used as a primary sampling unit(psu). Final sample is selected by double sampling. Also, we propose the estimator which is able to reflect the change of the population of livestock production households.

Keywords: 2005's agricultural census, CV, psu, double sampling.

¹Professor, Dept. of Informational Statistics and The Research Institute of Natural Science, GyeongSang National University, 900, Gajwadong, Jinju 660-701, Korea. E-mail : kstioa@gsnu.ac.kr

²Corrospounding author: Professor, Dept. of Statistics, Sookmyung Women's University, Cheongpadong, Seoul 140-742, Korea. E-mail: ywkim@sookmyung.ac.kr