



어리장 형태와 계절이 육계 출하환경 및 폐사에 미치는 영향

김동훈* · 박범영 · 황인호¹ · 조수현 · 김진형 · 이종문
농촌진흥청 축산연구소 · ¹전북대학교 동물자원과학과

A Survey on the Effect of Crate Type and Harvest Season on Preslaughter Condition and Mortality of Broiler

Dong-Hun Kim, Beom-Young Park, In-Ho Hwang¹, Soo-Hyun Cho, Jin-Hyung Kim, and Jong-Moon Lee
National Livestock Research Institute, RDA

¹Department of Animal Resources and Biotechnology, Chonbuk National University

Abstract

The current study was conducted to investigate the effects of types of crate and season on transport condition and mortality, and ultimately to identify the best practice for reducing economic lose. Total loading weight, stocking density, transport and lairage times and mortality were surveyed from the management data sheet of two companies for each first week of January, April, August and October. An average loading weight, length of transport and lairage times and mortality were 3.9 ton, 96 min, 478 min and 0.6%, respectively. Mortality after lairage was not significant between two types of crate. In addition, container type crate showed higher loading weight and stocking density than box type one. Spring and winter had significantly higher mortality with 0.7 and 0.8%, respectively, then summer and fall of 0.5%. An interaction between crate type and season on mortality showed that mortality for box type on was higher in spring and winter with 0.8 and 0.7%, respectively, compared to summer and fall of 0.3 and 0.4%, respectively. In the case of container type crate, spring, fall and winter had greatly different death rate with 0.7, 0.5 and 0.8%, respectively, while there was no difference between spring and summer, and between summer and winter. Mortality after transportation was similar between both crate type, with higher rate for spring and winter than other seasons. The result was likely related to death of exposure due to extended waiting time without heating facility.

Key words : broiler, crate, season, mortality

서 론

육계는 사육 농장에서 출하 후 여러 가지 원인에 의해 폐사한다. 출하 이후에 발생하는 폐사는 사육 도중에 발생하는 그것에 비해 관련업계에 끼치는 경제적 손실이 더 크다. 최근에 조사한 바에 의하면 출하 이후 육계의 폐사율은 0.06~3%에 달한다(Bayliss and Hinton, 1990; Knowles and Broom, 1990; Nicole and Scott, 1990; Kranen *et al.*, 2000). 우리나라도 출하 닭의 폐사, 하자 발생률이 3~6%에 이르며 이로 인한 피해액은 연간 약 100억원 수준으로 추정된다(Livestock

Research Institute, 2003).

출하 이후에 닭이 폐사하는 주요한 원인은 포획, 상하차시 거칠게 다루거나(Nicole and Weeks, 1993) 수송, 계류 중에 받는 고온(Mitchell *et al.*, 1992) 또는 저온(Suzuki *et al.*, 1994), 도축장에서의 장시간 계류로 인한 스트레스, 갈증(Warriss *et al.*, 1992) 등으로 밝혀지고 있다.

어리장은 그 형태에 따라 상하차 방법 및 수송 중에 닭이 받는 열 스트레스가 달라 폐사율에 영향을 미치는 것으로 추정되고 있다(Webster *et al.*, 1993). 현재 세계적으로 사용되고 있는 어리장은 케이지, 그물형, 컨테이너 형, 상자형, 다중 칸 상자형 등이 있다(Kettlewell and Turner, 1985). 우리나라는 상자형 및 컨테이너 형이 사용되고 있다(Kim *et al.*, 2004).

* Corresponding author : Dong-Hun Kim, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea. Tel: 82-31-290-1684, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: kd8485@rda.go.kr

출하 계절은 수송 계류 시 닭이 받는 열 스트레스와 밀접하게 관련되어 있다. 여름철은 고온(Freeman, 1971), 겨울철은 저온(Suzuki *et al.*, 1994)에 의한 폐사가 일반적이다. 따라서 업계에서는 이에 의한 닭 폐사를 줄이기 위해 수송밀도, 수송차량에 보온장구 장착, 계류장에 환기 또는 가온시설 등 출하 이후의 환경을 조정하여 왔다.

이 연구는 어리장 형태와 계절이 출하환경 및 폐사율에 미치는 영향을 조사하여 출하 중 폐사에 의한 경제적 손실을 예방하고 관련 시설 개선을 위한 정책적 자료를 확보하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

조사방법

출하 후 관리실태는 상자형 어리장과 컨테이너형 어리장을 사용하고 있는 2계열 업체의 관리대장을 입수하여 2004년 1, 4, 8, 10월 각 첫째 주 1주일분에 대해 적재중량, 수송밀도, 수송 및 계류시간, 폐사율 등을 분석하였다.

상자형 어리장은 플라스틱 재질의 것으로 규격은 96×58×23 cm 이었고 컨테이너형은 육면체의 철 구조물에 쇠창살을 붙인 것으로 10단 단당 규격은 86.5×99.5×18.5 cm이었다.

조사항목

출하계절은 봄(4월), 여름(8월), 가을(10월), 겨울(1월) 각 첫째 주로 하였다. 적재중량은 농가에서 출발 직후(1차 계량) 공인계량업소에서 측정한 것으로 하였으며 수송밀도는 어리장 바닥면적을 중량으로 나눈 값으로 하였다.

체중감량은 농가 출발 직후 측정한 중량(1차 계량)에서 도계장 도착 후(2차 계량) 중량을 제하여 산정하였다. 수송시간은 계량증명서에 기재된 시간을 1차 계량에서 2차 계량시각을 제하여 분 단위로 표시하였으며 계류장 대기 시간은 2차 중량 측정 시간과 샤클라인에 입고 된 시간 사이로 하였다. 폐사 수수는 샤클라인 입고 시 죽어 있는 개체수로 하였으며 율은 농가 출발 시 적재한 수수 대비 폐사 수의 백분율로 하였다.

통계분석

SAS(1988) General Linear Model을 이용하여 Duncan 다중검정을 하였다.

결과 및 고찰

수송 및 계류 개황

Table 1은 조사대상 2 계열업체의 수송중량 및 수수, 수송

Table 1. Outlook of broiler transportation and holding condition of surveyed integration company

	N	Mean	Min.	Max.
Transport				
Before transport wt.(kg)	379	3,993.9	940	5,300
After transport wt.(kg)	1,103	3,991.3	940	5,264
Birds/vehicle	1,105	2,738.1	800	5,000
Weight loss(kg)	379	67.1	0	220
Wt./bird(kg)	1,105	1.5	0.7	2.1
Stocking				
Density(cm ² /kg)	1,063	231.4	164.6	947.7
Birds/crate	1,105	23.2	4.6	50.0
Wt./crate(kg)	1,063	34.4	5.9	53.5
Holding time				
Transport(min.)	379	965.0	4	359
Lairage(min.)	992	478.3	0	1,339
Transport+Lairage(min.)	295	562.8	48	1,195
Mortality				
Birds	321	14.1	0	111
Percentage	1,005	0.6	0	5.9

밀도, 수송 및 계류시간과 폐사 수 및 율을 나타낸 것이다. 5톤 초 장축 트럭 1대당 농가 출발 시 적재 중량은 최대 5,300, 최소 940, 평균 3,994 kg이었으며 도착장 도착 시까지의 수송감량은 차량 1대 당 평균 67.1 kg이었다. 적재수수는 평균 2,738, 최대 5,000, 최소 800수이었고 개체 당 평균 중량은 평균 1.5, 최대 2.1, 최소 0.7 kg이었다. 2 계열업체의 수송밀도는 평균 231.4, 최대 947.7, 최소 164.6 cm²/kg이었으며 어리장 1칸 당 적재 수수 및 중량 평균값은 각각 23.2수, 34.4 kg으로 나타났다.

농가에서 도착에 이르기까지 평균 수송, 계류시간 및 전체 대기시간 평균은 각각 965, 478.3, 562.8 분이었다. 수송, 계류 중 수송 트럭 1대 당 폐사 수 및 율은 각각 14.1수, 0.6%이었다.

Table 1에서 볼 수 있는 바와 같이 조사 계열 업체의 수송, 계류 및 폐사 관련 사항은 그 편차가 큰 것이 특징이다. 이와 같이 편차가 큰 이유는 출하 당일의 온도와 습도 및 개체중량에 따라 수송중량, 적재수수 기준을 경험에 의해 달리한 때문으로 추정된다. 특히 계류시간이 필요 이상으로 긴 것은 작업능력에 비해 많은 양을 도착하고 닭의 출하 특성 상 새벽이나 아침에 도착장에 몰려있기 때문으로 사료되었다.

어리장 형태에 따른 수송, 계류환경 및 폐사율

Table 2는 상자 형 과 컨테이너형 어리장을 대상으로 트

Table 2. Means and SE of transport, holding factors and mortality between the surveyed crate type

	Box type	Container type
Transport		
Before transport wt.(kg)	3,993.9±465.2	-
After transport wt.(kg)	3,930.1±444.2 ^b	4,029.2±596.2 ^a
Birds/vehicle	2,649.4±472.6 ^b	2,794.4±354.5 ^a
Wt./bird(kg)	1.5± 0.3 ^a	1.5± 0.2 ^b
Weight loss(kg)	67.1± 36.0	-
Stocking		
Density(cm ² /kg)	241.3± 49.9 ^a	225.9± 57.2 ^b
Birds/crate	15.6± 2.7 ^b	27.9± 3.6 ^a
Wt./crate(kg)	23.6± 2.9 ^b	40.3± 6.0 ^a
Holding time		
Transport(min.)	96.0± 64.4	-
Lairage(min.)	469.0±243.6	482.8±298.8
Transport+Lairage(min.)	562.8±244.3	-
Mortality		
Birds	14.1± 18.3	-
Percentage	0.5± 0.7	0.6± 0.6

^{a,b} : Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p<0.05$).

력 당 적재중량 및 수, 수송밀도, 수송 및 계류 소요시간, 폐사율을 비교한 것이다.

적재중량 및 수는 컨테이너형 어리장이 각각 4,029 kg, 2,794마리로 상자형의 3,930 kg, 2,649마리에 비해 중량기준 2.4, 마리수 기준 5.4%가 많았다. 마리 당 평균 체중은 두 어리장 공히 1.5 kg이었다.

어리장 단위면적 당 중량을 나타내는 수송밀도, 어리장 당 적재 중량 및 수는 상자형이 컨테이너 형에 비해 유의적으로 ($p<0.05$) 더 크고 작았다. 즉 상자형이 컨테이너 형에 비해 같은 면적에 더 적은 양의 닭을 수송하고 있는 것으로 나타났다.

어리장 형태에 따른 계류시간 및 출하 후 폐사율은 상자형, 컨테이너형이 각각 469, 482 분 및 0.5, 0.6%로 유의적인 차이를 보이지 않았다.

우리나라에 사용되고 있는 상자형과 컨테이너 어리장은 그 형태 및 구조에 따라 수송, 계류 중에 닭이 받는 열 스트레스가 다르고 상하차 방식이 달라 닭 출하 후 하자 발생 및 폐사율에 영향을 미칠 수 있는 것으로 추정된 바 있으나 (Kim *et al.*, 2004) 이 연구에서는 그와 같은 경향을 발견할 수 없었다.

출하계절에 따른 수송, 계류환경 및 폐사율

Table 3은 출하 계절별로 트럭에 적재하는 닭의 중량 및

Table 3. Effect of harvest season on broiler transport, holding condition and mortality

	Spring	Summer	Autumn	Winter
Transport				
Before transport wt.(kg)	3,941.5±610.4 ^b	3,760.9±376.5 ^c	4,099.1±322.5 ^a	4,170.5±410.2 ^a
After transport wt.(kg)	4,155.9±610.8 ^b	3,638.0±442.9 ^c	4,130.0±422.6 ^b	4,286.6±414.5 ^a
Birds/vehicle	2,703.8±344.5 ^b	2,710.6±507.2 ^b	2,705.4±347.3 ^b	2,871.2±309.5 ^a
Wt./bird(kg)	1.6± 0.2 ^a	1.4± 0.2 ^c	1.6± 0.2 ^a	1.5± 0.1 ^b
Weight loss(kg)	57.3± 30.9 ^b	60.4± 28.4 ^b	74.2± 44.6 ^a	75.3± 35.7 ^a
Stocking				
Density(cm ² /kg)	219.7± 63.4 ^b	255.7± 60.3 ^a	223.5± 42.8 ^b	210.3± 25.8 ^c
Birds/crate	23.3± 6.7	23.5± 6.7	22.7± 6.7	23.4± 7.3
Wt./crate(kg)	36.5± 10.5 ^a	32.0± 7.7 ^b	35.4± 9.7 ^a	35.0± 10.2 ^a
Holding time				
Transport(min.)	58.6± 37.5 ^c	95.4± 53.3 ^b	102.0± 76.1 ^b	120.4± 67.7 ^a
Lairage(min.)	445.1±248.5 ^b	469.7±289.0 ^b	632.8±280.3 ^a	341.2±210.2 ^c
Transport+Lairage(min.)	702.9±171.1 ^a	327.8±135.0 ^c	740.6±235.1 ^a	569.6±161.1 ^b
Mortality				
Birds	20.5± 25.4 ^a	9.1± 9.4 ^b	8.4± 11.0 ^b	20.1± 20.4 ^a
Percentage	0.7± 0.8 ^a	0.5± 0.5 ^b	0.5± 0.3 ^b	0.8± 0.9 ^a

^{a-c} : Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p<0.05$).

수, 수송 밀도, 수송시간 및 도축장에서 대기하는 계류시간, 폐사율을 비교한 것이다.

수송 중량은 가을과 겨울, 봄, 여름 순으로 유의적으로 ($p<0.05$) 높았으며 적재 수수는 겨울철이 다른 계절에 비해 많았다.

단위 체중 당 면적을 나타내는 수송밀도는 여름철, 봄과 가을, 겨울철 순으로 넓어 여름철이 겨울철에 비해 18% 정도 더 면적이 큰 것으로 나타났다. 이와 같이 여름과 겨울의 편차가 큰 것은 업계가 수송 중에 닭이 받는 고온 또는 저온 스트레스를 줄이기 위해 단위 면적 당 적재하는 닭의 수를 조정하기 때문으로 사료되었다.

출하계절별 수송시간은 봄, 여름과 가을, 겨울, 계류시간은 겨울, 봄과 여름, 가을 순으로, 수송과 계류를 포함한 총 대기 시간은 여름, 겨울, 봄과 가을 순으로 짧았다. 수송시간은 출하농가에서 도축장까지의 거리와 관련이 있으므로 인위적인 조정이 어려우나 도축장에서의 대기 시간은 출하계절의 특성에 따라 조정이 가능하다.

따라서 업계에서는 외부 환경이 열악한 여름과 겨울에는 도축장 작업일정을 변경하여 대기시간을 줄이려는 노력을 시도하고 있다. 특히 출하물량이 도축능력에 비해 많이 몰리는 여름철의 경우, 도축개시 시간을 새벽으로 앞당기고 2교대 또는 3교대 철야작업을 진행하여 지나치게 긴 대기로 인한 폐사를 방지하는 데에 주력하고 있다.

출하 계절에 따른 폐사율은 봄(4월 초)과 겨울이 여름과 가을에 비해 높았다. 이와 같은 결과는 우리나라의 경우 출하 후 닭 폐사의 주요한 원인으로 지적된 바 있는 고온에 의한 폐사보다는 저온에 의한 폐사가 문제되는 것으로 추정할 수 있다. 이는 업계가 환풍기, 입자가 미세한 물뿌림 장치, 그늘막 등을 계류장에 설치하여 혹서기에 대비하고 있으나 겨울철에는 가온 시설 등 저온에 대한 대비가 미비한 때문으로 추정되었다.

계절과 어리장에 따른 수송, 계류환경 및 폐사율

Table 4와 5는 어리장 형태에 따른 계절별 출하 후 환경과 폐사율을 나타낸 것이다.

트럭에 적재하는 중량은 상자형 어리장의 경우 가을과 겨울, 봄, 여름, 컨테이너형은 겨울, 봄, 가을, 여름 순으로 많아 대체로 비슷한 경향을 보였고 트럭당 적재 수수는 상자형은 여름과 겨울이 봄에 비해 유의적으로($p<0.05$) 많았고 컨테이너형은 겨울, 봄, 가을 여름 순으로 많았다.

출하 체중은 어리장 형태에 관계없이 여름철에 가장 낮았다. 수송 감량은 가을과 겨울이 여름과 봄에 비해 많았다. 단위 체중 당 수송면적의 경우 상자형은 여름, 봄과 가을, 겨울, 컨테이너형은 여름, 가을, 봄, 겨울 순으로 두 형태의 어리장이 대체로 비슷한 경향을 보였다.

트럭에 적재하는 중량, 마리수, 수송밀도는 출하 시의 외

Table 4. Effect of harvest season and box type crate on broiler transport, holding profiles and mortality

	Spring	Summer	Autumn	Winter
Transport				
Before transport wt.(kg)	3,941.5±610.4 ^b	3,760.9±376.5 ^c	4,099.1±322.5 ^a	4,170.5±410.2 ^a
After transport wt.(kg)	3,896.7±568.6 ^b	3,721.3±365.8 ^c	4,032.8±319.9 ^a	4,095.2±403.2 ^a
Birds/vehicle	2,508.9±384.3 ^b	2,730.2±652.3 ^a	2,628.8±411.6 ^{ab}	2,702.9±307.1 ^a
Wt./bird(kg)	1.6± 0.3 ^a	1.5± 0.4 ^b	1.6± 0.3 ^a	1.6± 0.2 ^a
Weight loss(kg)	57.3± 30.9 ^b	60.4± 28.4 ^b	74.2± 44.6 ^a	75.3± 35.7 ^a
Stocking				
Density(cm ² /kg)	240.1± 85.3 ^b	264.2± 38.6 ^a	238.7± 18.7 ^b	222.8± 26.4 ^c
Birds/crate	15.4± 2.2 ^b	15.5± 3.7 ^b	15.0± 2.4 ^b	16.4± 1.6 ^a
Wt./crate(kg)	24.2± 3.5 ^b	21.4± 2.1 ^d	23.5± 1.8 ^c	25.3± 2.4 ^a
Holding time				
Transport(min.)	58.6± 37.5 ^c	95.4± 53.3 ^b	102.0± 76.1 ^b	120.4± 67.7 ^a
Lairage(min.)	636.3±161.8 ^a	258.8±149.7 ^c	640.7±244.6 ^a	442.8±156.5 ^b
Transport+Lairage(min.)	702.9±171.1 ^a	327.8±135.0 ^c	740.6±235.1 ^a	569.6±161.1 ^b
Mortality				
Birds	20.5± 25.4 ^a	9.1± 9.4 ^b	8.4± 11.0 ^b	20.1± 20.4 ^a
Percentage	0.8± 0.9 ^a	0.3± 0.4 ^b	0.4± 0.5 ^b	0.7± 0.7 ^a

^{a-d} : Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Effect of harvest season and container type crate on broiler transport, holding profiles and mortality

	Spring	Summer	Autumn	Winter
Transport				
Before transport wt.(kg)	—	—	—	—
After transport wt.(kg)	4,324.6±579.1 ^b	3,601.7±468.5 ^d	4,191.7±467.0 ^c	4,479.8±328.2 ^a
Birds/vehicle	2,828.9±246.3 ^b	2,702.0±430.1 ^c	2,754.0±290.5 ^{bc}	3,041.0±200.4 ^a
Wt./bird(kg)	1.5± 0.2 ^a	1.4± 0.2 ^c	1.5± 0.1 ^a	1.5± 0.1 ^b
Weight loss(kg)	—	—	—	—
Stocking				
Density(cm ² /kg)	208.3± 43.1 ^{bc}	252.5± 66.4 ^a	215.1± 49.5 ^b	197.7± 18.02 ^c
Birds/crate	28.3± 2.46 ^b	27.0± 4.3 ^c	27.5± 2.9 ^{bc}	30.4± 2.0 ^a
Wt./crate(kg)	43.4± 5.9 ^b	36.0± 4.7 ^d	41.9± 4.7 ^c	44.8± 3.3 ^a
Holding time				
Transport(min.)	—	—	—	—
Lairage(min.)	332.9±220.7 ^c	555.1±288.2 ^b	629.4±295.0 ^a	275.7±214.9 ^c
Transport+Lairage(min.)	—	—	—	—
Mortality				
Birds	—	—	—	—
Percentage	0.7± 0.7 ^b	0.6± 0.5 ^{bc}	0.5± 0.2 ^c	0.8± 1.0 ^a

^{a-c} : Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

기 온도와 어리장 형태에 의해 영향을 받는다. 위의 결과로 보아 업체는 여름철에 어리장에 넣는 닭의 수를 적게 하여 수송 중에 닭이 받는 열스트레스를 경감하고 저온기인 겨울, 봄에는 닭을 많이 적재하여 저온으로 인한 폐사 대비하였기 때문에 사료되었다.

상자형의 수송시간은 여름과 가을, 봄 순으로 길었다. 계류시간은 상자형의 경우 봄과 가을, 겨울, 여름, 컨테이너형은 가을, 여름, 봄과 겨울 순으로 길었다.

폐사율은 상자형의 경우 겨울과 봄이 여름과 가을에 비해 높았고 컨테이너형은 겨울, 봄, 여름, 가을 순으로 높아 대체로 비슷한 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 우리나라의 경우 고온에 의한 폐사보다는 저온에 의한 폐사가 많음을 시사하는 것으로서 저온에 대비한 수송, 계류시설 보완이 필요한 것으로 사료되었다.

요 약

이 연구는 어리장 형태와 계절이 출하환경 및 폐사율에 미치는 영향을 조사하여 출하 중 폐사에 의한 경제적 손실을 예방하고 관련 시설 개선을 위한 정책적 자료를 확보하기 위해 수행하였다. 관리실태는 출하관리환경이 다른 2계열 업체의 관리대장을 입수하여 1, 4, 8, 10월 첫째주 1주일분에 대해 적재중량, 수송밀도, 수송 및 계류시간, 폐사율 등을 분석

하였다. 두 업체의 평균 적재중량, 수송시간, 계류시간 및 폐사율은 각각 3.9 톤, 96 분, 478 분 및 0.6%이었다. 상자형과 컨테이너형 어리장의 수송중 폐사율은 각각 0.5와 0.6%로 컨테이너형이 유의적($p < 0.05$)으로 높았으며 적재중량 및 수송밀도(cm²/kg) 또한 컨테이너형이 상자형에 비해 많고 높았다. 출하계절별 폐사율은 봄, 겨울이 각각 0.7, 0.8%로 여름, 가을의 0.5%에 비해 유의적으로 높은 경향을 나타내었다. 어리장 형태와 출하계절에 따른 폐사율은 상자형의 경우 봄, 겨울이 각각 0.8, 0.7%로 여름, 가을의 0.3, 0.4%에 비해 높았다. 컨테이너형은 봄, 가을, 겨울의 폐사율이 각각 0.7, 0.5, 0.8%로 유의적인 차이를 보였으며 봄과 여름, 여름과 가을은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 출하 후 육계의 폐사율은 컨테이너형, 상자형이 비슷하였으며 계절은 봄, 겨울이 여름, 가을에 비해 높았다. 이는 다른 계절에 비해 계류장에서의 대기시간이 길고 가온시설이 없어 동사한 닭이 많기 때문으로 사료되었다.

참고문헌

1. Bayliss, P. A. and Hinton, M. H. (1990) Transportation of poultry with special reference to mortality rates. *Applied Animal Behaviour Science* **28**, 93-118.

2. Freeman, B. M. (1971) Body temperature and thermo-regulation. In: *Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl*(Bell, D. J. and Freeman, B. M., Eds), Volume 2, Academic Press, London, 1115-1151.
3. Kettlewell, P. J. and Turner, M. J. B. (1985) A review of broiler chicken catching and transport systems. *Journal Agricultural Engineering Research* **31**, 93-114.
4. Kim, D. H., Yoo, Y. M., Cho, S. H., Park, B. Y., Kim, Y. K., Lee, J. M. (2004) Handling of harvested broiler. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 424-432.
5. Knowles, T. G. and Broom, D. M. (1990) The handling and transport of broilers and spent hens. *Applied Animal Behaviour Science* **28**, 75-91.
6. Krannen, G., Heath, J. L., Wabeck, C. J., and Mench, J. A. (1997) Shackling of broilers: effects on stress responses and breast meat quality. *British Poultry Science* **38**, 323-332.
7. Livestock Research Institute (2003) *Annual Report* 334- 340.
8. Mitchell, M. A., Kettlewell, P. J., and Maxwell, M. H. (1992) Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Animal Welfare* **1**, 92-103.
9. Nicole, C. J. and Scott, G. B. (1990) Transport of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science* **28**, 57-73.
10. Nicole, C. J. and Weeks, C. S. (1993) Poultry handling and transport. In: Grandin, T. (Ed.), *Livestock handling and transport*, 1st Edition. CABI Publishing, Wallingford.
11. SAS (1988) SAS/TAt Software for PC. Release 6.03, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
12. Suzuki, E. Y., Early, R. J., and Patterson, P. H. (1994) Energy metabolism in isolated chick (*Gallus domesticus*) gastrocnemius and tilapia (*Tilapia mossambica*) epaxial muscle at various at various temperatures *in vitro*. *Comparative Biochememistry and Physiology* **109**, 139- 150.
13. Warriss, P. D., Bevis, E. A., Brown, S. N., and Edwards, E. (1992) Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. *British Poultry Science* **33**, 201-206.
14. Webster, A. J. F., Tuddenham, A., Saville, C. A., and Scott, G. A. (1993) Thermal stress on chickens in transit. *British Poultry Science* **34**, 267-277.

(2005. 6. 14. 접수 ; 2006. 1. 6. 채택)