

양계농가 작업자의 근골격계질환 예방을 위한 작업장 분석

이관석[†] · 이상희

홍익대학교 정보산업공학과
(2007. 4. 3. 접수 / 2007. 8. 9. 채택)

Musculoskeletal Stress Disorder Problems at a Chicken Farm

Kwan-Suk Lee[†] · Sang-Hee Lee

Department of Industrial and Information Engineering, Hongik University
(Received April 3, 2007 / Accepted August 9, 2007)

Abstract : The objective of this study was to find the musculoskeletal stress problems at chicken farms in Korea. One typical chicken farm was surveyed in this study. NLE(NIOSH Lifting Equation), REBA(Rapid Entire Body Assessment), and OWAS(Ovako Working Analysis System) were used to evaluate the extent of the musculoskeletal stress. It was found that there were some tasks which required fast innovation. It was also found that the RWL (Recommended Weight of Lift) was 4.6Kg. that was lower than weights which were handled by these workers.

Key Words : musculoskeletal stress, OWAS, NLE, REBA, chicken farm

1. 서 론

2007년 양계농가에서는 한미 FTA(Free Trade Assignment)에 대한 반응이 분분하다. 저가의 미국산 수입 닭고기의 유입으로 발생할 수 있는 국내 시장에서의 국내 닭고기의 점유율 축소는 양계농가에 큰 타격을 줄 수 있기 때문이다. 이에 대해 국내 양계농가에서는 양계제조금이라하여 사업에 소용되는 비용을 스스로 부담하는 제도를 마련하였으며, 이렇게 조성된 제조금은 WTO 출범과 FTA 체결 등 전 세계적인 개방화 열풍으로부터 국내 양계농가들이 산업을 지키고 발전시키기 위한 사업에 소요되었다. 즉 국내 양계업계는 양계업에서 빈번하게 발생하는 질병과 위생적인 양계산물 생산을 위한 생산자 교육과 수급조절 그리고 국내 양계산물의 우수성에 대한 지속적인 개발 및 소비자들이 신뢰할 수 있는 정보를 제공하고 홍보하는 등 다양한 소비촉진 활동을 추진해 왔다^{1,2)}.

그동안 외국에서는 농축산 부분의 작업방법이나 이에 따른 종사자의 업무 관련 질환에 대해서 농업인간공학, 또는 축산 인간공학이라고 하여 연구가

활발하게 진행되어 왔다^{3,4)}. 하지만 국내에서는 농축산 산업의 작업방법이나 이에 따른 종사자의 업무 관련 질환에 대해서는 연구가 활발하지 않았다. 이 동렬⁵⁾과 한기욱⁶⁾이 근골격계 질환에 대하여 일부 연구하였지만 양계산업은 대부분 소규모 농장의 형태를 갖추고 대부분 5인 이하의 종사자를 두고 있어 양계사업에서의 작업방법이나 이에 따른 종사자의 업무 관련 질환에 대해서는 연구가 본격적으로 되어있지 않았다. 하지만 FTA로 국내 대부분의 산업이 개방되고 이에 따른 치열한 가격경쟁이 예상되는 가운데 전체적인 생산성과 원가에 영향을 주는 작업 방법이나 관련 종사자의 근골격계 질환에 대한 연구가 필요하다고 보인다. 이에 본 연구에서는 호당 산란계 및 육계의 증가에 따른 작업자들의 작업량 증가와 그로인한 근골격계질환의 유발 가능성 및 요인들을 산란계 농가와 육계 농가에 대하여 분석하고 이에 따라 작업환경의 개선을 위한 대안을 제시하고자 한다.

농림부에서 발표한 산란계농가 수는⁷⁾ 지난 1994년에는 3,000호를 상회했으나 1997년 IMF관리체제로 인해 사료가격 폭등과 3D 산업에 대한 인식과 소규모 부업방식의 비정규직 사업방식 등의 이유로 농가수가 급격히 감소한 이후 2002년에는 2,317호,

[†] To whom correspondence should be addressed.
kslee@hongik.ac.kr

2003년에는 2,129호로 점차 감소세를 보이는 것으로 나타났으며 2004년에는 2,043호로 계속해서 감소세가 지속되고 있으며 2006년 6월에는 그 수가 1,905호로 급격히 감소하고 있다. 반면 사육수수는 농가수의 감소와는 달리 증가되고 있는데 이는 호당 사육규모와 확대에 의한 것으로 농가의 규모화가 급속도로 진행되고 있는 것으로 나타났다⁸⁾. 사육규모에 따른 사육수수를 살펴보면 5만수 이상 사육하고 있는 농가는 2005년도 12월에는 221(9.6%)가구, 2006년 3월에는 225(12.1%)가구 그리고 6월에는 238(12.5%)가구로 꾸준히 증가하고 있다. 반면 1만수 미만의 산란계를 사육하는 가구 수는 2005년 12월에는 993(42.9%)가구, 2006년 3월에는 543(29.2%)가구 그리고 6월에는 563(29.5%)가구로 점차 감소하고 있는 것으로 나타났다(Table 1).

육계산업은 성장이 빠른 업종 중의 하나로서 육계 사육 수는 1991년부터 1996년까지는 비교적 높은 증가세를 보였으나, 산란계 농가와 마찬가지로 1998년 환율상승으로 사료 가격 상승으로 생산 여건이 나빠져 일시적으로 감소하였다. 그러나 이후 경기가 안정되면서 생산 여건이 호전되어 다시 증가세로 돌아섰다. 사육 수는 2000년에는 4천 7백만 수로 전년대비 12.2% 증가하였고, 2001년에는 5천 1백만 수로 전년대비 9.1% 증가하였다.

Table 1. Number of chicken farms and the average number of chickens raised during Dec. 2005– June 2006 period⁹⁾

Month	No. of chicken farms				Total
	<10,000*	<30,000	<50,000	>50,000	
2005.12	993	798	298	221	2,310
2006.03	543	804	291	225	1,863
2006.06	563	802	302	238	1,905

* No. of chickens



Fig. 1. Picking eggs.

반면 현재의 대규모 양계농가에서는 작업의 많은 부분을 기계화하여 운영 중에 있으나 영세한 농장이 많아 전 부분을 기계화한 농장은 극히 드물며, 친환경적인 문제들이 대두되면서 대부분의 농장에서는 자동화와 더불어 많은 부분을 인력에 의지해 작업을 하고 있다.

2. 조사방법

2.1. 조사대상

조사대상은 전라남도 화순에 위치한 40,000마리의 육계를 자동화 시설을 이용하여 사육하는 농장, 그리고 친환경적인 사육 방법으로 400마리의 산란계를 통하여 유정란을 생산하고 있는 농장을 대상으로 현장 인터뷰와 비디오 촬영 등의 방법으로 실시하였고 경기도 안성시에 위치한 작업인원 5명이 15,000마리의 양계를 사육하고 일정 부분은 자동화가 이루어진 농장은 이동렬(2003)과 한기욱(2003)의 조사와 분석 자료를 사용하였다.

1) 집란 작업

양계농장에서 Fig. 1의 좌측 그림과 같이 3단의 cages에 수시로 생기는 계란을 사람이 직접 수집하고 이것을 운반 수레에 옮기는 과정까지를 집란이라 설정한다. 이 작업은 매 2시간 마다 전 계사에서 한 번씩 실시하게 된다. 단 친환경적 시스템으로 유정란을 생산하는 농가에서는 1일 2회 집란을 실시하며, Fig. 1의 우측 그림과 같이 높이는 cages 1단의 높이와 같다.

2) 운반 작업

운반 작업은 Fig. 2에 보이는 것 같이 집란 작업을 통하여 계사 내에서 모아진 계란을 저장고까지 옮기는 작업을 말한다.



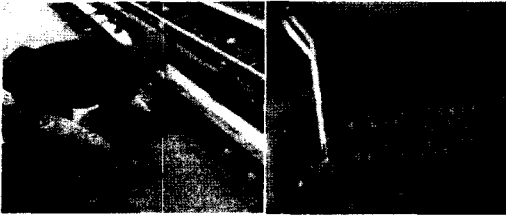


Fig. 2. Moving eggs.



Fig. 3. Throwing away feces.

3) 계분처리 작업

cages 구조물의 바닥을 평지보다 낮게 하여 한쪽 끝 계사에서 기계를 통하여 반대편 끝으로 계분을 밀게 된다(Fig. 3). 이 작업은 주 3회 실시하며, 자동으로 모아진 계분을 삽과 수레를 이용하여 농장 옆 계분 처리장으로 보내진다. 이러한 일련의 작업을 계분 처리 작업이라 한다.

4) 기계 조작

작업자는 2시간 간격으로 사료와 물을 급이하기 위하여 기계를 작동시키며, 이와 함께 Fig. 4에 보이는 것 같이 기타 설비들을 점검하는데 이러한 일련의 작업을 기계조작이라 정하였다.

5) 사료 배합

친환경 시스템을 도입한 농가에서 행하는 작업으로, 유기농 사료를 만들기 위해 각각의 재료들을 혼합/발효 시키는 일련의 작업을(Fig 5) 사료 배합이라 말한다.



Fig. 4. Machine operation.



Fig. 5. Mixing feeds.

2.2. 조사도구

양계장의 경우, 일반적(자동화 시스템이 도입되어 있지 않은 경우)으로 작업자가 다양한 작업을 실시하고, 작업공간이 제약되어 있었다. 드는 작업의 경우에 NIOSH Lifting Equation을⁹⁾ 적용하였고 작업자의 계란을 담은 작업(집란)과 운반, 계분처리, 사료 배합 그리고 기계조작의 작업 자세를 분석하기 위하여 OWAS와 REBA를¹⁰⁾ 사용하였다.

3. 결 과

3.1. 작업여건

양계농장의 작업 여건에 대하여 산란계를 사용하는 농장에 대하여 조사한 결과로 작업시간, 취급 중량, 설비, cages, 도구 그리고 작업환경으로 구분하여 조사하였으며 아래와 같다.

- 1) 작업시간: 새벽 4시 30분부터 오후 5시 30분까지 영세 농가의 경우 작업자가 여러 작업을 12시간 이상 반복 수행
- 2) 취급 중량: 집란 및 운반에서의 취급 중량은 평균 5kg, 최대 9kg까지 취급
- 3) 설비: 부분적 자동화, 기계화 급이, 계란선별 작업은 자동화가 많이 이루어졌으나 집란, 운반, 포장 등의 작업은 인력에 의존하는 경우가 많음
- 4) Cages: 신체에 무리를 줄 수 있는 cages 구조 3단 또는 4단으로 이루어져 있으며 각 단 마다 특정 부위의 자세가 부자연스러워짐
- 5) 도구: 집란에 사용되는 도구의 부적절 손잡이 없는 계란 판을 한손으로 지지하여 집란 작업 수행
- 6) 작업환경: 앉거나 무릎을 굽힌 채로 작업하는 경우, 온도와 습도를 조절하기 불가능하며, 수레 등의 도구를 이용하기에 비좁은 공간

친환경적인 기법으로 유정란을 생산하는 농장의 작업 여건에 대하여 조사한 결과로 작업시간, 취급 중량, 설비, cages, 도구 그리고 작업환경으로 구분하여 조사하였다.

- 1) 작업시간: 집란 : 1일 2회 계란 수집 오전 9시, 오후 4시(추가)
사료 섞는 작업 : 유기농 방식으로 1일 1회 사료를 배합
- 2) 취급 중량: 급이시 1일 1회 5kg 사료 통 10개 분량
집란 및 운반에서의 취급 중량은 평균 3.6kg, 최대 5.4kg 까지 취급
사료 배합 과정에서 20kg의 사료 포대 취급, 5kg 사료 통 취급
- 3) 설비: 급이 및 집란, 포장 등의 모든 작업이 인력으로 이루어짐
- 4) Cages: 신체에 무리를 줄 수 있는 cages 구조 합과 같이 생겼으며 허리를 많이 굽혀야 함.
- 5) 도구: 집란에 사용되는 도구의 부적절 손잡이 없는 계란 판을 바닥에 놓고 집란 작업 수행
- 6) 작업환경: 허리를 굽힌 채로 작업하여야 함. 온도와 습도를 조절하기 불가능하며, 수레 등의 도구를 이용하기에 비좁은 공간

40,000마리의 육계를 자동화 설비를 이용하여 생산하는 육계농장의 경우 관리 차원에서 하루 평균 1~2시간 작업을 하며, 대부분의 작업이 자동화 설비로 되어있어 인력이 필요하지 않다. 다만 5주 간격으로 육계를 방출하는 시기에 인력으로 육계를 cage에 넣는 작업을 실시한다.

다음의 Table 2는 OWAS, REBA, NLE를 이용한 일반 산란계 농가와 유정란 농가의 분석 결과이다.

Table 2. Results of analysis for a chicken farm for infertile eggs and a chicken farm for fertile eggs

	farm for infertile eggs			farm for fertile eggs		
	OWAS class no.	REBA score	NLE	OWAS class no.	REBA score	NLE
Picking eggs	cage level 1	3	10	-	-	-
	cage level 2	2	5	-	3	10
	cage level 3	1	2	-	-	-
Moving eggs	3	6	RWL:3.7kg	2	1	-
Throwing away feces	3	6	-	3	6	-
Mixing feeds	-	-	-	3	6	-
Machine operation	1	6	-	-	-	-

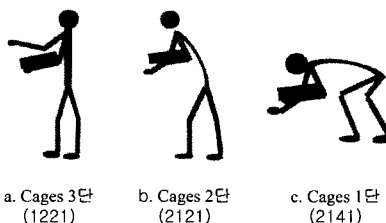


Fig. 6. Postures for picking eggs.

3.2 집란 작업

Fig. 6에서 보는 바와 같이 cages 3단 높이에 맞추어 작업자는 작업을 하게 되며, 허리, 무릎, 양팔에 반복 운동을 하게 된다.

집란 작업에 대한 OWAS와 REBA를 사용하여 평가를 실시한 결과 Table 3에 나타난 바와 같이 cages 1단에서의 집란 과정(c)에서 OWAS 평가 결과 class 3, REBA 평가 결과 높은 Risk level로 조사 되었으며, cages 2단에서의 집란 과정(b)에서는 class2와 보통의 Risk level로 나타났다. 즉 cages 1단의 경우 가능한 한 조기에 개선해야 하는 문제들 그리고 cages2는 가까운 시일동안에 개선을 요하는 작업으로 나타났다.

3.3 운반 작업

작업자에게 적절한 취급 중량을 제시하기 위하여 NIOSH Lifting Equation을 사용하였으며 작업자의 자세를 분석하기 위해 OWAS를 사용하여 평가하였다. 다음의 Fig. 7에서 보는 바와 같이 모아진 계란을 들어 올려 수레를 이용하여 저장고로 이동한 후 계란을 쌓는 과정에서 허리와 팔 부분에 무리한 힘을 가하게 된다.

Table 3. Uncomfortable postures during picking eggs

Tasks	uncomfortable postures	OWAS class no.	REBA score
Cage level 1	Bent wrist with forward trunk flexion, forward neck flexion, and kneeling	3	10
Cage level 2	Repetitive forward trunk flexions	2	5
Cage level 3	Repetitive lifting of an arm above shoulder	1	2

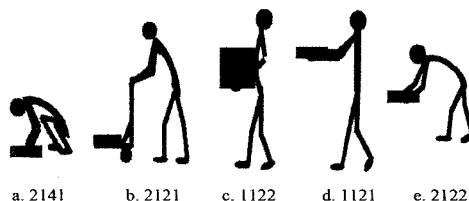


Fig. 7. Postures for moving eggs.

Table 4. Recommended Weight of Lift(RWL) of eggs for moving

	Weight of eggs	RWL	LI
Starting position	9kg	3.7kg	2.43
Destination	9kg	4.6kg	1.96

OWAS분석 결과 바닥에 놓인 계란을 들어 올리는 과정과 수레를 미는 동작 그리고 저장고로 옮겨진 계란을 쌓는 과정에서 각각 class 3, class 2의 평가를 받았으며 계란을 들어 올리는 작업과 쌓는 작업에서 높이에 따른 문제점이 발견 되었다.

NIOSH Lifting Equation을 사용하여 취급 중량에 대하여 조사해 본 결과 Table 4와 같이 현재 취급하고 있는 중량(9kg)에 대하여 이동 전 위치에서의 RWL은 3.7kg, 이동 후 위치에서의 RWL은 4.6kg이었으며, 이동 전 위치에서의 LI는 2.43, 이동 후 위치에서의 LI는 1.96으로 취급 중량에 대한 관리적 개선 대책이 필요한 것으로 나타났다.

3.4. 계분 처리 작업

계분은 cages 구조물의 바닥을 평지보다 낮게 하여 한쪽 끝 계사에서 기계를 통하여 반대편 끝으로 밀게 된다. 이 작업은 주 3회 실시하며, 자동으로 모아진 계분을 삽과 수레를 이용하여 농장 옆 계분처리장으로 보내진다(Fig. 8).

OWAS 평가 결과 모아진 계분을 들어 올리는 과정에서는 class 3, 들어 올려 수레로 옮기는 과정에서는 class 2, 그리고 수레를 이용하여 계분을 옮기는 과정에서는 class 2의 개선이 요하는 작업들로 나타났다. 계분 처리 작업 중 작업자에게 가장 좋지 못한 자세를 만든 요인으로는 기계를 이용하여 한쪽으로 모아진 계분을 삽으로 퍼 수레에 옮기는 과정에서 계분이 모여 있는 곳과 평지와의 높이가 다르므로 인해 작업자의 허리와 목 그리고 팔에 나쁜 영향을 부여하고 있는 것으로 조사되었다.

3.5. 사료 배합 작업

친환경적인 방법으로 유정란을 생산하는 농가에서는, 평지에서 배합사료와 황토, 등겨, 계박 등의

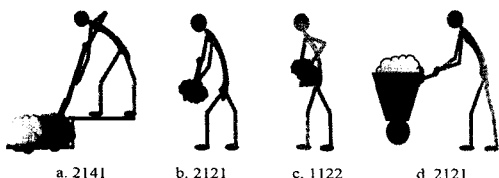


Fig. 8. Postures for throwing away feces.

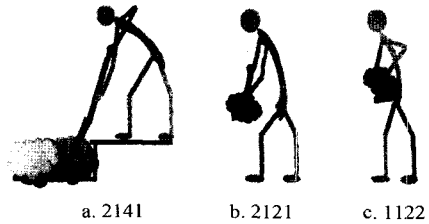


Fig. 9. Postures for mixing feeds.

재료를 가로 1.5m 세로 6m로 골고루 혼합하여 높이 50cm 정도로 퇴적을 하고 주기적으로 윗부분과 아래 부분이 골고루 섞이도록 혼합을 반복하는 작업이다. 이 작업을 통하여 적절히 발효된 사료는 하루 1회 5kg씩 사료 통에 담겨져 급이가 실시된다(Fig. 9).

OWAS 평가 결과 사료를 혼합하는 과정에서 class 3, 들어 올려 사료 통에 옮기는 과정에서는 class 2의 개선이 요하는 작업들로 나타났다. 사료 배합 작업 중 작업자에게 가장 좋지 못한 자세를 만든 요인으로는 평지에 퇴적시킨 각각의 재료를 골고루 혼합시키기 위한 동작을 반복함으로써 작업자의 허리와 목 그리고 팔에 나쁜 영향을 부여하고 있는 것으로 조사되었다.

4. 결론 및 추후 연구과제

본 연구는 가구당 산란계의 증가와 친환경 시스템 도입에 따른 작업자들의 작업량 증가와 그로 인한 근골격계질환의 유발 가능성 및 요인들을 분석하여 작업환경의 개선을 위한 대안을 제시하고자 하였다. 본 연구 결과에 따르면 양계 농장의 취급 중량에 관한 LI(Lifting Index)가 2.43, 1.96으로 개선 대책이 필요한 것으로 나타났으며 cages1단에서의 집란 과정과 바닥에서 계란 판을 들어 올리는 작업과 계분을 퍼 옮기는 과정(계분처리)이 가능한 한 조기에 개선해야 하는 문제들로 나타났다. Cages 2단에서의 집란 과정과 운반 작업에서의 계란 판을 수레로 옮기는 과정, 수레를 이용하여 옮겨진 계란을 저장고에 쌓는 과정, 계분을 손수레로 옮기는 작업, 사료를 배합하는 작업은 가까운 시일 동안에 개선을 요하는 작업으로 나타났다. 문제가 되는 작업의 특성을 보면 아래와 같다.

1) 집란 작업

a. Cages - Cages 1단에서의 낮은 높이와 cages 3단 이상에서의 작업자의 어깨 높이 보다 높은 위치가 부적절한 자세를 유도

b. 도구 - 손잡이 없는 계란 판을 이용하여 집란 작업을 수행함으로 인해 자세의 불안정과 특정 부위에 근육 피로도를 증가시킴

c. 작업환경 - 앉거나 무릎을 구부려 작업을 수행하고, 온도와 습도가 높아 작업을 수행하기 부적절 함.

2) 운반 작업

a. 도구 - 모아진 계란을 수레에 옮기기 전 계란을 쌓아 둘 수 있는 공간의 부족과 평지에서부터 쌓아야 하기 때문에 초기 계란을 쌓는 동안 허리에 무리가 생김

b. 취급 중량 - 작업자 및 관리자의 취급 중량에 대한 인식 결여

3) 계분처리

a. 작업환경 - Cages 바닥과 평지와의 높이 차이에서 오는 허리 및 목과 팔의 부담감 증가

4) 사료 배합

a. 작업환경 - 여러 종류의 사료 배합작업과 낮은 작업점으로 인한 허리와 목, 팔에 부담감 증가 이에 양계 농장에서는 다음의 사항들을 참고하여 작업자의 근골격계질환 예방과 안전한 작업 환경을 만드는 데 고려해야 할 것이다.

- 양계 농장에서 취급하는 중량을 이동 전 3.7kg 과 이동 후 4.6kg을 고려하여 작업자에게 한 번에 옮겨야 하는 계란의 판수를 왕란을 기준으로 45~48개 즉, 계란 2판 미만을 한 번에 옮겨야 한다는 것을 알려주어야 할 것이며, 1인당 주어진 업무의 양을 기계화 설비 또는 인력의 보충으로 감소시켜 주어야 할 것이다.

- 대부분의 근골격계질환 유발요인을 내포하고 있는 cages 1단에서의 집란 작업에 대해서는 작업자가 앉아서 집란 작업을 하고 앉아서 이동을 할 수 있도록 바퀴가 달린 의자를 제공해주거나 계란을 수거하면서 한손으로 계란 판을 계속 들고 있어야 하는 작업에서의 스트레스를 줄여주기 위하여 cages의 라인을 따라 선로를 제작하여 수거된 계란을 쉽게 이동시킬 수 있는 장치의 설치가 필요할 것이다.

양계 농장이 계속 성장해 나가려면 현대화되고 규모화 된 농장뿐만 아니라 환경을 생각하고 작업자를 고려한 설계의 농장이 필요 할 것이다.

본 연구는 산란계 15,000수를 기르는 양계농장과 친환경 시스템을 도입하여 400수의 산란계를 기

르는 양계농장과 대형 육계농장 한 곳을 대상으로 시행된 것으로, 본 연구에서 조사한 농장 이외에 자동화가 상당부분 이루어진 대형 양계농장과 영세 양계농장 등 다양한 양계농장에 대한 연구가 추후에도 이루어져야 할 것이다.

감사의 글 : 본 연구는 홍익대학교 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- 1) 남기홍, 실험실과 연구실을 이용하는 양계인(축산인)이 됩시다, 축산기술과 산업, 제3권, 제2호, pp. 65~66, 1995.
- 2) 한성일, 연기영, 국내산 토양미생물 급여에 따른 양계농가의 소득증대 및 경제효과분석, 농업경영정책연구, 제29권, 제4호, pp. 733~741, 2002.
- 3) H. Udo, A. Udo, B. Branlund, M. Ochi, S. Imai, N. Yokoyama, K. Hashimoto, H. Okano, K. Nakamura, and N. Furukawa, "Study of the improvement on the load of hand and finger in picking orange work, the 1st report", J. Ergonomics in Occupational Safety and Health, Vol. 8, pp. 89~92, 2006.
- 4) I. Sugiura, Y. Nomura, Y. Ikeda, "A case study on the handling tasks of flower pots toward work improvement in the florist", J. Ergonomics in Occupational Safety and Health, Vol. 2, pp. 93~99, 2000.
- 5) 이동렬, OWAS를 이용한 양계 cages system 분석, 보고서, 홍익대학교, 2003.
- 6) 한기욱, NIOSH Lifting Equation을 이용한 양계장내 작업자의 분석, 보고서, 홍익대학교, 2003.
- 7) 국립농산물품질관리원, http://www.naqs.go.kr/statisticsInfo/statisticsInfo_04_5.jsp, 2006.
- 8) 장경만, 윤경선, 한국과 일본의 산란계 산업 비교, 한국가금학회 제22차 학술발표회지, 제11권, pp. 82~83, 2005.
- 9) NIOSH, Musculoskeletal disorders and workplace factors: A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back, 2nd edition, Center for Disease Control and Prevention, pp. 5~10, 1997.
- 10) W.S. Marras and W. Karwowski, "Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics", Vol. 42, pp. 1~12, 2006.