

# 기사내 환경에 관한 연구

본고는 한국수의공중보건학회지 제18권 제4호 1994에 동남보건전문대학 용준환, 김종오, 이인모 교수 등이 발표한 “증계장내 공기중 호흡성 분진과 중금속 함량에 관한 연구” 논문을 인용·게재한 것이다.

## I. 서론

최근 작업장 환경에 대한 인식이 새로워지면서 밀폐된 기사내의 공기오염도를 측정 보고하는 사례가 늘고 있다. Stahujak 등은 밀폐된 기사내에서 일하는 관리자들은 일반인들에 비하여 호흡기질환이 심하고 폐기능 중 Forced Expiratory Volume(FEV1)이 감소하였다고 보고하였으며, Danuser 등도 기사내의 관리자들은 일반인들에 비하여 전반적으로 폐쇄성 폐기능(obstructive lung function)이 저하되어 있었고, 특히 FEV1의 저하가 뚜렷하였으며 장시간 근무한 관리자일수록 더욱 심했다고 하였

다.

현대 양계산업에 많이 이용되는 밀폐계사는 노동력 절감과 열 에너지의 효율성 등 경제적인 이점은 가져왔으나, 적절치 못한 환기 때문에 생산성 향상에 못지 않게 관리자나 수용된 계군에게 물리, 화학 및 생물학적인 건강 위해요소를 제공하게도 되었다.

기사내 공기오염물질은 크게 유해가스와 부유분진으로 구분되는데, 분진은 공기오염의 주요 지표일 뿐 아니라 사람과 동물의 눈, 피부 등을 자극하여 알러지와 염증 및 궤양을 일으키고 치아를 부식시키며, 진폐증의 원인이 되고, 또한 유해성 중금속을 함유하여 중추신경계나

신장 및 조혈장기 등 특정한 장기에 작용하여 급·만성의 장애를 일으키는 등 많은 위해성이 규명되고 있다. 특히 분진중 인간이 호흡시 기관지 및 폐포에 침착되기 쉬운 호흡성 분진인  $PM_{10}$ (particulate matter < 10 $\mu$ m)은 입경이 큰 분진에 비하여 각종 호흡기질환을 유발하는 등 더욱 인체에 유해한 것으로 보고되고 있다. 이에 따라 미국에서는 1987년 7월에 분진에 대한 대기 기준이 TSP(total suspended particle)에서  $PM_{10}$ 으로 바뀌었으며, 국내에서도 1993년 12월 31일에 대기환경기준 항목으로  $PM_{10}$ 에 관한 항목을 추가하여 공포하였고 1995년 1월 1일부터 시행하게 되었다.

계사내 부유분진은 구성 성분이 대부분 사료, 깔짚, 털 및 계분들의 미세입자로 bird breeder's lung을 유발시킬 뿐만 아니라 분진속에는 암모니아와 같은 유해가스과 각종 바이러스, 그리고 많은 그람 음·양성균들이 포함되어 있어 계군이나 관리자의 호흡기로 이러한 유해물질을 이동시키는 운반체 역할을 한다고 한다. 또한 김, 안, 조 등은 국내에서 시판되고 있는 양계용을 비롯한 모든 배합사료와 단미사료 중에 함유된 중금속을 조사하여 문제점을 지적한 바 있다.

본 연구자들은 국내 종계장의 공기 중 입경  $10\mu$ m 이하인 호흡성 분진농도, 그리고 분진에 함유된 일부 중금속을 조사하여 소기의 결과를 얻었기에 국내 종계산업의 생산성 향상과 이에 종사하는 관리자들의 건강장해를 예방하는데, 그 기초자료로 제공코자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사기간 및 장소

본 실험은 1994년 6월부터 8월 사이에 경기도에 소재한 3곳의 종계장에서 현재 산란중인 계군이 수용된 계사 각각 2개동씩, 총 6개동의 계사를 대상으로 실시하였다. 대상 계사 6개동은 모두 스텔트 지붕을 한 완전계사로 계사의 뒷문쪽에서 일정한 간격으로 뒤편을 돌려 실내와 외부의 공기를 바꾸어주는 강제환기시설이 되어 있었으며, 사양방식은 모두 3단의 케이지 방식이었다.

### 2. 시료채취장치 및 방법

#### 1) 호흡성 분진

입경  $10\mu$ m 이하인 분진농도를 측정하기 위하여 각 계사의 중앙이라고 여겨지는 지점과 입구쪽에 Low Volume Air Sampler(Model 8012-02, Sibata사)를 1.2m 높이에 설치하여 유량 15 l/min.로 2시간동안 포집하였으며 여지는 직경이 37nm인 공극  $0.45\mu$ m의 membrane filter로 Whatman사의 제품을 사용하였다.

포집한 시료는 필터 홀더의 양쪽 구멍을 마개로 봉하고 실험실로 운반하여 desiccator에서 24시간 건조시킨 후 중량분석법으로 분석하였다.

#### 2) 중금속

각 계사의 중앙에서 포집한 여지만을 택하여 분진농도를 칭량한 후 250ml의 등근 바닥 플라스크에 넣고 여기에 질산과 황산(1:2V/V)을 혼합하여 100ml를 가하고 플라스크를

흔들어 시료와 산을 잘 혼합시킨 후 hot plate 상에서 유기물을 분해시켰다. 유기물을 파괴시킨 시료용액을 10ml로 정확히 만들어 중금속 성분별 분석 조건과 기기조건을 정상상태로 유지시킨 후 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer, IL 551, Instrumentation Lab., USA)로 분석하였다.

주요 측정조건은 표1과 같다.

표1. 원자흡광광도계로 측정된 시료상태

요 소	납	카드뮴	구리	니켈
파장(nm)	283.3	228.8	324.8	232.0
진폭(nm)	0.7	0.4	0.3	0.2

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 호흡성 분진

본 조사 결과에서 나타난 각 계사내의 공기중 입경  $10\mu\text{m}$  이하인 호흡성 분진의 농도는 표2와 같다. 각 계사의 입구 쪽의 분진량은  $1.11 \sim 1.35\text{mg}/\text{m}^3$ 이었고, 중앙부는  $1.97 \sim 2.93\text{mg}/\text{m}^3$ 로 모두 다 TWA의 허용기준인  $5\text{mg}/\text{m}^3$

표2. 계사내 호흡성 분진 농도

농 장	계 사	분 진 농 도	
		앞	중간
F-1	H-1	1.22	2.14
	H-2	1.35	2.21
F-2	H-3	1.14	1.97
	H-4	1.11	2.05
F-3	H-5	1.32	2.93
	H-6	1.27	2.65
	평 균	1.24	2.33

보다는 낮고 Clark 등이 보고한  $2.34\text{mg}/\text{m}^3$ 와는 비슷한 농도를 나타냈으나 본 실험이 진행되는 기간은 기온이 높은 여름철로서 계사의 모든 창문이 열려있었고 또한 환기뿐 아니라 실내 온도를 낮추기 위하여 계사 후면에서는 철새없이 환기 장치를 가동시키고 있었음을 감안하면 결코 낮은 농도가 아니라고 사료된다.

또한 전체적으로 계사의 입구쪽보다는 중앙부가 약 2배 정도의 높은 농도를 보인 것은 계사의 모든 창문이 열려 있어 적절히 설계된 환에 의한 강제환기보다는 자연환기에 의존하다 보니 계사 중앙부는 환기가 원활치 못하기 때문으로 보이며, 여기에는 3단의 케이저들이 계사 옆면으로부터 들어오는 공기의 흐름을 차단하는 일종의 방벽 역할을 하고 있다고 생각된다.

#### 2. 중금속

표 3은 계사내 호흡성 분진 중에 함유된 중

표3. 계사내 호흡성 분진중에 함유된 금속농도

계 사	납	카드뮴	구 리	니 켈
H-1	8.864	0.132	3.105	6.648
H-2	8.801	0.176	3.344	6.953
H-3	7.582	0.094	3.033	5.383
H-4	6.942	0.083	3.124	4.721
H-5	9.576	0.181	2.394	6.320
H-6	8.901	0.136	2.403	6.079
평 균	8.444	0.134	2.901	6.017

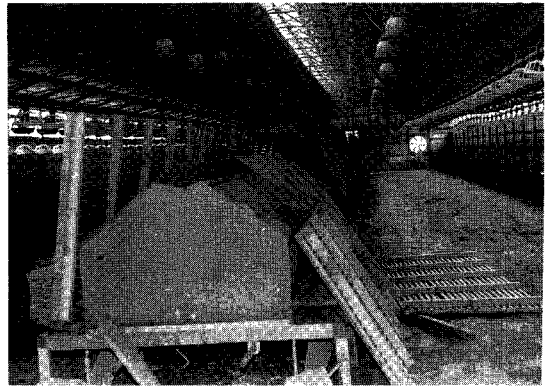
(단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

금속 농도를 조사한 결과를 나타낸 것이다. Pb가 평균  $8.444\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높은 농도를 보였고 Cd가  $0.134\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 낮은 농

도를 나타내었으며, 구리와 니켈은 각각  $2.901 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 과  $6.017 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 모두 TWA의 허용기준인 납  $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ , 카드뮴  $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ , 구리  $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ , 니켈  $1\text{mg}/\text{m}^3$ 를 초과하지는 않았으나 1989년 변이 조사하여 보고한 서울시 각 지역별 대기중의 중금속 농도에서 가장 높은 농도인 납  $1.754 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 카드뮴  $0.049 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 구리  $0.933 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 니켈  $0.096 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다는 훨씬 높은 농도를 나타내고 있었다.

1987년 안 등은 국내에서 시판되는 양계용 배합사료에 납 5.29ppm, 카드뮴 0.71ppm, 그리고 구리 11.03ppm이 함유되어 있었고, 단미사료 중에는 카드뮴이 어분에 1.21ppm, 옥수수 0.09ppm, 납은 옥수수 0.59ppm, 밀기울 1.96ppm, 구리는 옥수수 8ppm, 대두박 11ppm이 함유되어 있었다고 보고하였다. 또한 1992년에 김도 국내 양계용 배합사료중에서 납, 카드뮴 및 구리가 각각  $4.313\text{mg}/\text{kg}$ ,  $0.783\text{mg}/\text{kg}$ ,  $51.073\text{mg}/\text{kg}$ 이 함유되어 있고, 이러한 사료에 의하여 사양되고 있는 계군의 계분에서는 납  $1.932\text{mg}/\text{kg}$ , 카드뮴  $0.483\text{mg}/\text{kg}$ , 구리  $25.518\text{mg}/\text{kg}$ 이 검출되었다고 보고하였다.

본 실험에서 나타난 호흡성 분진 중의 높은 중금속농도는 계사 먼지의 주 구성성분이 사료나 계군의 깃털 및 계분의 미립자이기 때문에 앞서 보고된 국내 사료속의 중금속농도, 그리고 계분에 높게 함유된 중금속이 원인이라고 사료된다. 그러나 안과 김 등의 보고에는 사료와 계분속에서 구리가 가장 높은 농도로 나타났지만 본실험에서는 납이 가장 많이 검출된 것, 그리고 니켈의 농도가 일반 작업장이나 도시 대기



중의 농도비율에 비하여 매우 높게 나타난 원인은 좀더 연구해 볼 필요가 있다고 생각된다.

#### IV. 결론

국내 종계장의 계사내 공기중 입경  $10\mu\text{m}$  이하인 호흡성 분진과 분진에 함유된 일부 중금속 농도를 알기 위하여 1984년 6월부터 8월 사이에 경기도에 소재한 종계장을 대상으로 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 계사입구 쪽의 호흡성 분진량은 평균  $1.11 \sim 1.35\text{mg}/\text{m}^3$ 이었다.
2. 계사 중앙부의 호흡성 분진량은  $1.97 \sim 2.93\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 각 계사 공히 입구 쪽보다 약 2배 정도로 높게 나타나 원활한 환기가 이루어지지 못하고 있음을 보여 주었다.
3. 호흡성 분진 중에 함유된 중금속 농도는 납이  $8.444 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았고, 카드뮴이  $0.134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 낮았으며, 구리와 니켈은 각각  $2.901 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 과  $6.017 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. (참고문헌은 생략 원본참조)