

< 연서시장 위생상태 개선안 : CFD 를 이용한 환기 효과와 식품 진열 방식을 중심으로 >

연구자: 박서정, 강채이, 김나예, 문서진, 배경빈

《 초 록 》

연서시장은 경제, 사회, 문화적인 측면에서 중요한 역할을 하는 전통시장이다. 그러나 최근에는 전통시장의 위생상태가 좋지 않다는 이야기가 나오고 있다. 악취와 쓰레기 처리 문제 등으로 인해 전통시장을 이용하는 사람들이 불편함을 느끼고 있다. 이와 관련하여 선행 연구로 포장마차와 아파트의 환기에 대한 연구가 있었지만, 전통시장에 대한 연구는 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 연서시장의 위생상태를 파악하고, 실험 결과를 기반으로 개선 방안을 제안하고자 한다. 실험 과정에서는 세균배양용 PCA (Plate Count Agar) 배지를 활용하여 랍의 유무에 따른 균의 배양을 관찰했다. 실온에서 2일간 배양한 결과, 랍이 씌워지지 않은 음식이 더 많은 균이 배양된 것을 확인했다. 이는 음식을 외부로부터 차단하지 않을 경우 위생상태에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 따라서 음식을 외부로부터 차단할 수 있는 포장이나 칸막이를 사용하여 위생 상태를 개선하는 것이 필요하다. 또한, 진열대의 설치와 관리에 주의하여 식품의 위생을 유지해야한다. 또한, 상용 CFD 프로그램인 ANSYS 를 사용하여 모델링을 통해 문 개방율의 차이와 에어컨의 존재 유무에 따른 연서시장 의류 매장 내부의 환기 효과와 기류속도를 측정했다. 그 결과, 에어컨을 설치하고 출입문의 개방율을 증가시키면 훨씬 높은 환기효과를 기대할 수 있다는 것을 확인했다.

Keyword: 전통시장, 환기효과, ANSYS, 열쾌적, 진열 식품, 위생

목 차

I. 서론	03
1. 연구 동기	03
2. 연구 목적	04
II. 이론적 배경	04
1. CFD	04
2. 선행연구 고찰	05
III. 연구 방법	05
1. 연구내용 및 방법	05
IV. 결과 및 고찰	07
1. 실험 결과	07
V. 결론 및 제언	10
VI. 참고 문헌	10

1. 서론

1. 연구 동기

본 연구에서는 연서시장의 위생상태를 파악하고, 이를 개선하기 위한 방안을 제안하고자 한다. 그러나 이 모든 연구 과정에 앞서, ‘본 연구가 연서시장이라는 기존의 전통 공간 변화에 대한 정당성을 가지고 있는가?’라는 물음을 던지는 것이 우선이라고 생각되었다. 시장 답사나 세균 배양 실험 등을 통해 평소 소비자로서 느꼈던 연서시장의 위생 문제를 재확인하고, CFD를 이용하여 환기 방안과 진열 방식 개선안을 세울 수 있는 것이라고 생각하였다. 따라서 본 연구는 연서시장의 개발이나 변형을 주장하는 것이 아닌, 위생상태 ‘개선안을 제안’하는데 중점을 두고 있다.

전통시장을 위생 측면에서 재구성한 선례를 찾아보던 중, 전통시장 A의 사례를 찾게 되었다. A 시장에는 동물을 직접 도살하여 판매하는 상점들이 집중되어 있는 특유의 골목이 존재하였는데, 도축 과정에서 발생하는 악취와 부산물, 물기 등으로 인해 비위생적인 공간으로 인식되며 기피 대상이 되었다. 이후 발생한 화재로 인하여 골목을 새롭게 조성하였는데, 이때 기존의 A 시장만이 특색 있는 것들은 모두 사라지고 반찬, 분식, 생선 등의 품목만이 남게 되었다. 이는 ‘위생’이라는 명목 하에 기존의 공간 해체와 전통 상인들의 반발을 정당화한 것이다. 이러한 A 시장의 사례와 같은 한계점이 발생하지 않도록, 본 연구는 연구 내용이 연서시장이라는 기존의 전통적 공간을 해체하는데 위생이라는 논리를 사용하여 정당성을 확보하는 방향으로 진행되지 않아야 함을 명백히 하고자 한다.

전통시장은 사람들과 지역사회에 문화, 환경, 사회 등 많 측면에서 중요한 영향을 미친다. 연서시장을 직접 체험한 하나고등학교 학생들을 대상으로 실시한 연서시장 실태조사 결과에 따르면, 설문조사에 참여한 58명 중 82.7% 이상이 연서시장의 위생상태를 긍정적으로 평가하지 않았다. 주요 문제점으로는 쓰레기통 부족(48.3%)과 악취(22.4%)가 도드라지며, 이러한 문제들이 연서시장을 이용하고 있는 고객들에게 불편과 위생 문제로 작용하고 있음을 보여준다. 따라서, 본 연구는 연서시장의 환기 시스템 및 환경 상태에 대한 자세한 조사를 통해, 이러한 문제를 해결하기 위한 체계적인 개선안을 개발하고자 한다. 이를 통해 연서시장의 위생상태를 향상시키고, 시장 사용자들의 만족도를 높이며 지역사회의 발전에 기여하는 목표를 달성하고자 한다.

연서 시장을 방문하였을 때, 판매 식품들의 진열을 보며 위생상의 문제가 우려되었다. 우선 도로와 맞닿아 있는 외부 매장의 경우, 어패류나 과일류 등을 바닥에 진열 해놓고 판매하는 것을 자주 발견할 수 있었다. 냉방을 통한 온도 조절이 기본적으로 어려운 외부 매장의 특성상, 식품의 부패 및 변질이 일어나기 쉽기에 더 각별한 주의가 필요하다. 내부 매장의 경우에는 조리된 식품을 판매하는 매장이 대다수를 차지했다. 내부 매장의 경우 도로와 맞닿아 있지 않은 환경이며, 대부분의 식당이 상품 진열대와 마주보는 테이블을 설치하여 구조상 바닥에 진열이 불가능하였다. 따라서 외부 매장과 같은 형태의 위생상의 문제는 발생하지 않았으나, 칸막이가 없는 진열대와 포장이 되지 않은 식품들의 위생이 우려되었다. 또한, 특히 의류코너를 중심으로 환기가 원활하지 않아 오래된 의류 특유의 불쾌한 냄새가 지속되었다. 또한 매장 내부에는 창문, 에어컨 등 환기를 진행할 수 있는 기구가 하나도 존재하지 않았고, 복도에 설치된 에어컨은 가동을 하지 않고 있었다. 이에 따라 방문객의 불쾌함이 유발되어 재방문 의사를 감소시킬 것이라고 우려하였다.

2. 연구 목적

본 연구의 핵심 목적은 연서시장의 위생 상태 향상을 목표로, 차도 방향으로 개방된 매장에서의 식품 및 시장 건물 내 매장에서의 식품 간의 균 배양 비교를 통해, 그리고 포장되지 않은 식품과 포장된 식품 간의 균 배양을 비교하여 식품의 위생 상태를 체계적으로 평가하고자 한다. 연서시장은 현재 자연 환기 방식을 채택하고 있으며, 창문이 없어 의류품 구역에서 악취와 냄새 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 이로 인해 시장 내의 환경은 소비자들에게 불편과 위생 문제를 야기하고 있다. 따라서, 의류품 상점에 에어컨을 도입할 때와 문의 개방률에 변화를 주었을 때의 잠재적인 변화와 이로 인한 위생 상태 개선 가능성을 ANSYS FLUEN 를 이용해 시각화하여 명확하게 이해하고, 이를 토대로 연서시장의 위생 상태를 개선하기 위한 실질적인 개선안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. CFD(Computational Fluid Dynamics)

(1) Standard K-Epsilon Model

Standard K-Epsilon Model 은 난류 흐름의 평균적인 흐름 특성을 시뮬레이션하기 위해 전산유체역학에 사용되는 모델이며, 실전적인 이해를 위해 미지수를 최소화시킨 모델이다. K-Epsilon Model 은 벽에서 멀리 떨어진 영역의 흐름 동작을 예측하는데 이상적이다. (7)

(2) 열쾌적

통계자료를 통해 쾌적한 열환경을 제공할 수 있는 조건이다. 크게 객관적 지표와 주관적 지표로 나누어지며 총 6 가지 지표로 구성된다. 객관적 지표로는 건구온도, 평균복사온도, 습도, 그리고 기류속도가 있고, 주관적 지표로는 착의량과 활동량이 포함된다. 본 연구에서는 주로 기류속도를 중점적으로 다루며, 기류속도에 따른 인체의 일반적 반응은 다음 표 1 과 같다.

0.25m/s까지	느끼지 못함
0.25 ~ 0.50m/s	쾌적함
0.50 ~ 1.00m/s	공기의 움직임을 느낌
1.00 ~ 1.05m/s	냉각효과를 느낌
1.50m/s 이상	불쾌감을 느낌

<표 1. 기류속도에 따른 인체의 일반적 반응>

출처: 2012@심세라

더운 상황에서는 일반적으로 1m/s 정도면 쾌적하게 느껴지나, 1.5m/s 정도가 허용범위로 그 이상으로 기류속도가 높아지면 가벼운 물건들이 날아다니며 불쾌감을 느낀다. 추운 날씨에는 난방된 실내의 기류속도는 0.25m/s 를 넘지 않아야 하나, 기류가 전혀 없거나 0.1m/s 이하로 떨어지면 답답함을 느낀다. 외부에서는 5.0m/s 가 쾌적함을 느끼는 최대 기류속도의 한계이다.(4)

2. 선행연구 고찰

“포장마차 음식의 위생 실태 조사연구” (김종규, 2001)에서는 지역별로 포장마차에서 판매되고 있는 김밥, 떡볶이, 어묵, 어묵 국물, 간장, 먹는 물 등에서 시료를 채취하여 균 수를 측정한 결과, 일부 지역에서 채취된 시료에서 유통 기준을 초과하는 결과를 확인하였다. 또한, 대장균 뿐만 아니라 다양한 미생물이 검출되었고, 균의 수는 판매 시작 후 시간이 지날수록 증가하는 양상을 보였다. 이는 포장마차의 불량한 조리시설, 조리기구와 음식에 대한 위생적 관리 소홀, 조리사의 손 오염 가능성 증가, 이용자 수 증가 등에 의한 것으로 보았다. 이 논문을 통해 포장마차와 유사한 연서시장의 음식점에서의 균 채취를 고안하였고, 이 논문에서 사용된 균 채취 방법을 참고하여 실험을 설계하였다.

“판상형 아파트의 창문개폐율에 따른 열쾌적도 분석”(김성길, 2013)에서는 단지 내 판상형 아파트의 창문 개폐율에 따른 바람의 흐름에 대한 시뮬레이션을 통해 여름철 거주자들이 쾌적하게 느끼는 창문의 개폐정도를 분석하고 있다. 판상형 아파트 내부의 모습을 3D로 입체화시킨 후, 창문의 개폐율을 20%, 50%, 70%, 100%로 선정한 뒤, 이를 토대로 판상형 아파트의 내부공간에 대한 공기흐름을 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 과정에서는 ANSYS CFX 시뮬레이션 프로그램을 이용하였다.

III. 연구 방법

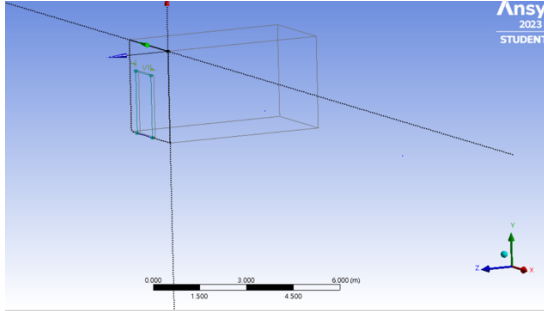
1. 연구내용 및 방법

(1) 진열 식품의 위생상태 확인

위생상태를 개선하기 위한 방법으로 랍 등으로 음식을 외부와 차단하여 포장한 후 진열하는 것을 고안해보았다. 이러한 방법이 위생상태 개선에 효과가 있을지를 입증해보기 위해 균 배양 실험을 설계해보았다. 음식물의 표면을 골고루 문지른 후 묻어나오는 균을 배지에서 배양해서 그 균 수의 차이를 확인해보는 실험을 계획하였다. 연서시장에 방문하여 실험에 적합한 음식물을 구입하기 위해서 겉표면을 문질러 균을 채취하기 용이하고, 랍에 씌워진 상태와 씌워지지 않은 상태로 진열 되어 있던 것을 찾아보았고, 복숭아와 전을 구입하였다. 균 배양 실험을 위해 세균배양용 PCA (Plate Count Agar) 배지, 알코올 램프, 면봉, 도말봉, 라벨지를 준비하였다. 각 식품의 표면과 포장지를 면봉으로 꼼꼼하게 문질러 채취하여 배지에 도말한 후, 이를 알코올 램프를 이용하여 화염 멸균한 도말봉을 이용하여 고르게 피는 방식으로 도말을 진행했다. 실온에서 2일 간 배양 후 랍에 씌워진 전 식품군과 랍에 씌워지지 않은 식품군 중 어디에서 더 균이 많이 배양되었는지 확인해보았다.

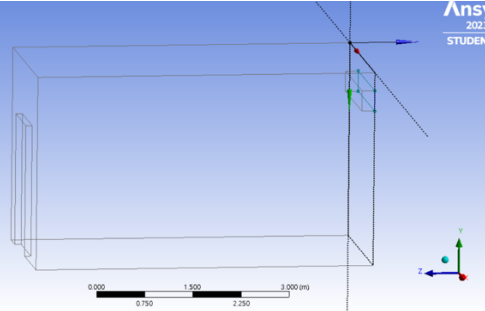
(2) Ansys 를 이용한 환기 모델링

(2.1) 기본 조건 설정



<그림 1-1 현재 의류매장 모델링>

출처: 2023@박서정

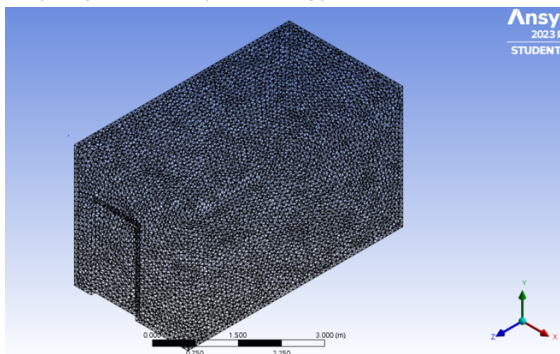


<그림 1-2 에어컨 설치 모델링>

출처: 2023@박서정

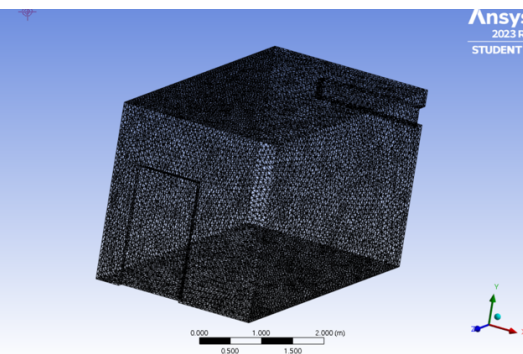
시뮬레이션 대상은 연서시장 생필품 존의 여러 매장들 중 의류매장 한 곳을 선정하였다. 면적은 직접 측정한 값인 가로 2.8m, 세로 5.3m, 높이 3m로 모델링 하였다. 전체 용적은 44m^3 이고 단순히 공기의 흐름만을 분석하고자 하였기에 실제 내부 인테리어 등은 무시하였다. 에어컨의 모습은 연서시장 생필품 존의 통로에 구비되어 있는 에어컨의 규격을 참고하였다. 현재 연서시장의 환기 상태와 개선 이후의 상태를 비교하기 위하여 <그림 2.1 -1>의 현재 의류매장, <그림 2.1-2>의 에어컨 설치 두 구조를 모델링 하였다. 구조를 설계한 후 기류의 평균 풍속, 에어컨 바람의 평균 풍속, 기온을 조사하여 입력하였다. 가장 불쾌지수가 높아 환기에 대해 불만이 가장 많은 여름의 온도를 설정하기로 하였고, 서울특별시 은평구 기후변화전망 보고서와 서울시 여름철 평균기온 위치정보를 이용하여 기온을 25 도로 설정하였다. 또한 자연 기류의 풍속은 2m/s, 에어컨의 풍속은 연서시장에 설치된 에어컨 제조 회사 airwall 공식 홈페이지를 참고하여 1.5m/s 로 설정하였다. 바람이 실내로 들어가는 INLET 은 출입문과 에어컨 두 곳으로 하였으며 해석의 편의를 위해 OUTLET 과 구조의 벽면 두께는 무시하였다. 미지수를 최소화 시키기 위해 Standard K-epsilon model 난류모델을 사용하였다.

(2.2) 격자화(Meshing)



<그림 2-1 현재 의류매장 모델링의 meshig>

출처: 2023@박서정



<그림 2-2 에어컨 설치 모델링의 meshing>

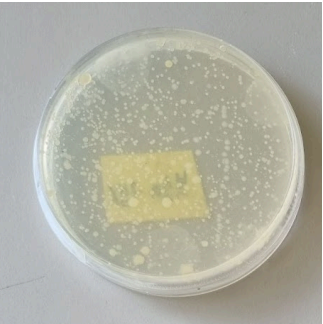
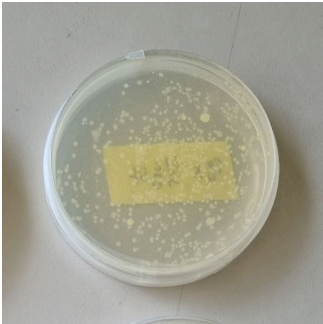
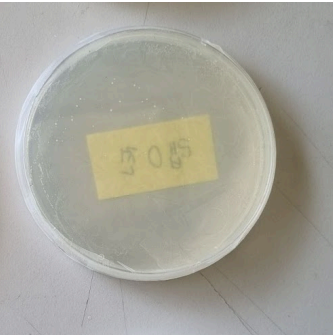
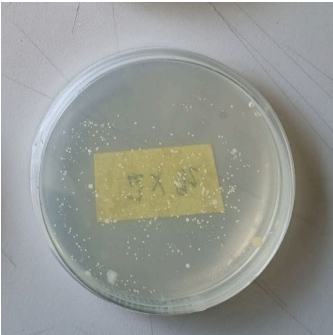
출처: 2023@박서정

다음으로 메쉬(Mesh)를 이용하여 해석 대상에 기류조건을 입력하기 위해 위의 모델링을 격자화하였다. 보다 정확한 결과를 위해 출입문과 에어컨 부분은 메쉬를 조밀하게 구성하여 총 격자수는 각각 264286 개, 264657 개가 되도록 하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 실험 결과

(1) 진열 식품의 위생상태 확인

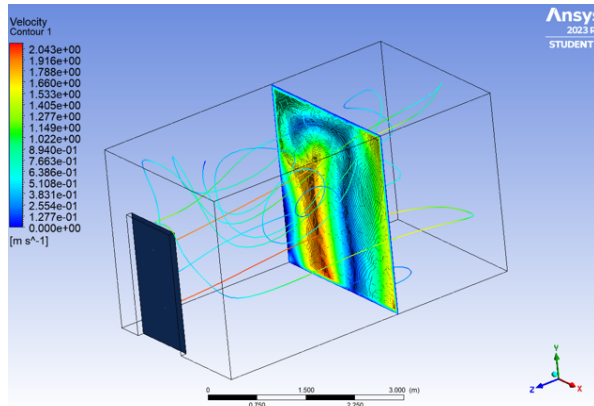
	랩에 씌워짐	랩에 씌워지지 않음
복숭아		
전		

<표 2. 랩 유무에 따른 세균 배양 결과>

출처: 2023@박서정

복숭아와 전 모두에서 랩에 씌워지지 않았던 것이 더 균이 많이 배양된 결과를 얻었고, 이를 통해 랩의 중요성을 확인할 수 있었다.

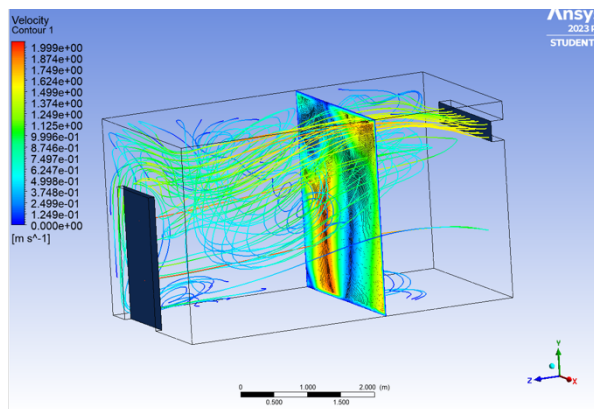
(2) Ansys 를 이용한 환기 모델링



<그림 3 현재 의류매장 모델링 결과>

출처: 2023@박서정

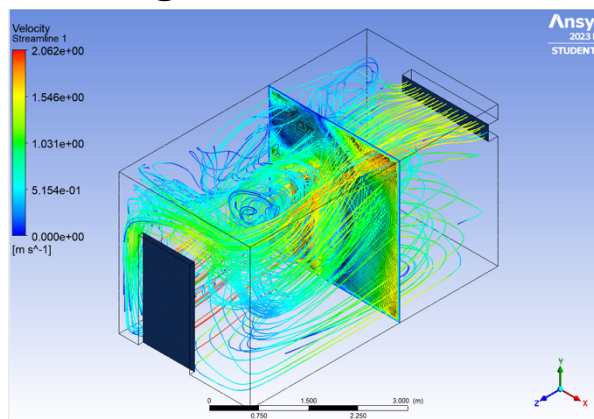
현재 의류매장의 모습처럼 **INLET** 조건 중 문 개방률이 **0%**로 유지하였을 때 결과는 그림 3 과 같다. 실내의 기류를 **streamline** 으로 나타 내었을 때, 기류의 분포가 거의 없는 상태라는 것을 확인할 수 있다. .



<그림 4 에어컨이 추가되었을 때의 모델링 결과>

출처: 2023@박서정

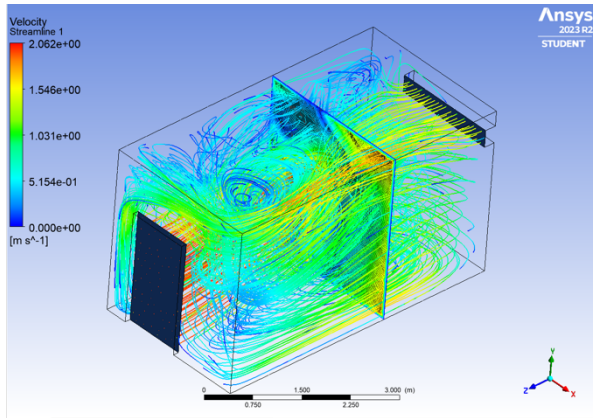
현재 의류매장에 에어컨을 추가하고 **INLET** 조건 중 문 개방률은 **0%**로 할 때의 결과는 그림 4 와 같다. 에어컨을 통한 기류로 인하여 기류의 흐름이 훨씬 넓게 퍼진 상태라는 것을 확인할 수 있다. 선행연구에 따라 쾌적함을 느낄 수 있지만 불쾌함은 느끼지 않는 **1.0m/s ~ 1.5m/s** 사이의 기류 속도가 분포하는 면적이 눈에 띄게 증가한 것을 확인할 수 있다.



<그림 5 개방률 20%에서의 모델링 결과>

출처: 2023@박서정

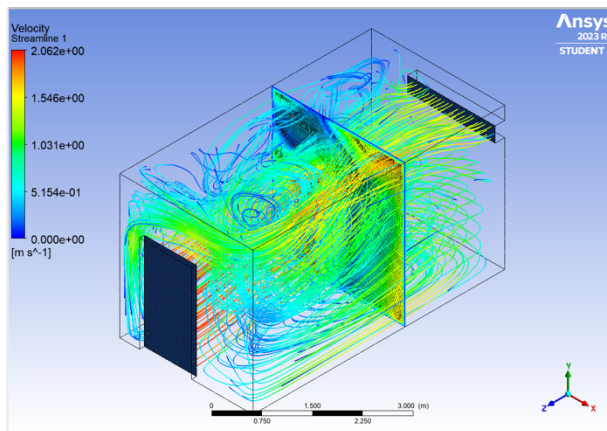
에어컨을 설치한 상태에서 문의 개방률을 **20%**로 하였을 때의 결과는 그림 5 와 같다. 문의 개방으로 인하여 속도가 낮은 기류의 분포가 더 넓은 범위로 퍼졌다는 것을 확인할 수 있다.



<그림 6 개방률 50%에서의 모델링 결과>

출처: 2023@박서정

에어컨을 설치한 상태에서 문의 개방율을 50%로 하였을 때의 결과는 그림 6 과 같다. 개방률 20%보다 속도가 높은 기류의 분포가 증가했다는 것을 알 수 있다. 특히, plane1 앞의 용적에서는 충분히 쾌적한 속도의 기류가 퍼져 있다는 것을 알 수 있다.



<그림 7 개방률 100%에서의 모델링 결과>

출처: 2023@박서정

에어컨을 설치한 상태에서 문의 개방율을 100%로 하였을 때의 결과는 그림 7 과 같다. 개방률 50%의 기류 분포와 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있다.

시뮬레이션 결과를 종합하였을 때, 에어컨을 설치한 상태에서 창문의 개방률이 50% 이상일 때는 방문자가 기류의 흐름을 느껴 쾌적함을 느끼지만, 너무 강하지 않아 불쾌함은 유발하지 않는 기류 속도 1.0m/s~1.5m/s 의 기류가 넓은 범위로 분포하여 실내 기류 흐름이 원활한 것을 확인할 수 있다. 따라서, 현재 연서시장 의류코너에 에어컨을 설치하고 출입문을 개방한다면 훨씬 개선된 실내 환기효과를 기대할 수 있을 것이다.

V. 결론 및 제언

1.진열 식품의 위생상태 확인 및 개선방안 고안

균 배양 실험 결과 랩에 씌워지지 않은 식품에서 균이 더 많이 배양 된 것을 확인할 수 있었다. 시장에서 판매하는 음식의 위생상태를 개선하기 위해서는 랩 등으로 음식을 싸서 보관하거나, 밀폐용기, 칸막이 등을 사용하여 음식을 진열하고 보관함으로써 음식을 외부로부터 차단할 수 있도록 하여야 한다. 또한 공기로부터의 차단 뿐 아니라 바닥 등 비위생적인 표면이 음식물에 닿지 않도록 진열대를 설치하고, 진열대를 위생적으로 관리하여야 한다.

2.효과적인 환기방안 고안

ANSYS FLUENT 를 이용해 에어컨 설치시와 출입문 개방시의 기류 분포를 모델링한 결과, 에어컨을 설치하고 출입문의 개방율을 높일수록 쾌적함을 느낄 수 있는 속도의 기류 분포가 증가하고, 환기 효과를 기대할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 개방률을 최대한 높일수록 기류의 흐름은 원활해지지만, 문을 개방하는 것은 상점주의 입장에서 벌레가 들어오는 등의 문제가 생길 수 있어 꺼려할 수 있다. 따라서, 에어컨을 추가로 설치하고 문을 지속적으로 개방해 두는 것은 어렵더라도 주기적으로 문을 개방해주어 관리하여야 한다.

VI. 참고 문헌

1. 김성길. (2013). 판상형 아파트의 창문개폐율에 따른 열쾌적도 분석. KIEAE Journal, 13(6), 93-98.
2. 한국알테어, “제 2 편 - CFD 의 지배방정식”, 한국알테어, 2022 년 2 월 17 일, <https://blog.altair.co.kr/70628/>
3. 양영권 외 5 인. (2018). 전산유체역학(CFD)분석을 통한 에어글라이드창호 환기성능평가. KIEAE Journal, 18(1), 83-89.
4. 심세라. (2012). BIPV 창호의 표면온도 특성에 따른 실내온열환경 쾌적 성능 평가 연구, 석사학위 논문, 한밭대학교
5. 정재영. (2022). 전통시장 위생공간의 구성 - 대구 서문시장의 사례 -. 민족문화논총. 82. 643-670.
- 6.김종규. (2001). 포장마차 음식의 위생 실태 조사연구. 한국환경위생학회지. 27(4). 107-114.
7. 박성군.(2020). 2019 년 CFD 분야 연구동향. 한국유체기계학회 논문집,23(2), 103-105.