

자연광을 이용한 3단 재배 시스템의 설계

Design of Three Tier Cropping Systems in Greenhouse Using The Sun Light

김기성·김문기·권혁진

서울대학교 농공학과

K. S. Kim · M. K. Kim · H. J. Kwon

Department of Agricultural Engineering, Seoul National University

1. 서론

재배시설내의 재배면적은 온실의 경우 벤치의 구성 방법에 따라서 차이는 있으나 바닥 면적의 47~68% 정도로 전체 면적에 비하여 생산에 사용되는 면적의 효율이 높지 못한 편이다(Langhans, 1990). 이러한 재배면적을 최대로 확보하여 단위 면적당 생산량을 높이기 위한 연구가 자동화 온실이나 식물공장을 중심으로 진행되고 있다. 이러한 연구는 많은 성과를 거두고 있으나 인공광을 이용하거나, 부가적인 기계화 장비나 자동화 설비가 필요하여 에너지 비용과 시설비용이 무시 못 할 정도이며, 고도의 제어기술이 요구되고 있어 상업용으로 보급되지 못하고 있다.

본 연구에서는 시간에 따라 변화하는 태양의 위치를 고려하여, 베드의 높이와 간격을 조정함으로써 상단 베드에 의한 그림자의 영향을 최소로 하는 하단 베드의 위치를 결정하여 3단 재배 시스템을 설계하였다.

2. 실험장치 및 방법

(1) 모형베드

위에 위치한 베드의 그림자 영향을 보기 위하여 3 종류의 모형베드를 제작하였다. 모형베드는 실제 제작하고자 하는 베드의 1/10로 축소하여 넓이 5cm 길이 50cm로 하였고 높이는 각각 150cm, 100cm, 1cm로 하였다. 높이 100cm의 모형베드는 높이를 1cm 간격으로 조절 할 수 있게 제작하였다.

(2) 실험 방법

그림자의 이동 경로를 살펴보기 위하여 먼저 서울을 기준으로 하여 태양의 고도와 방위각을 계산하고 이것을 기준으로 하여 모형베드의 임의의 한 점 P의 그림자의 이동 경로를 계산하였다(공기조화계산법, 1992). 이동 경로는 모형베드의 50, 70, 150cm의 높이에서 매일 1일을 기준으로 매 시간 마다 계산하였다. 이렇게 계산된 그림자의 이동 경로를 바탕으로 하여 각 베드의 높이와 간격을 결정하여 모형을 통한 그림자의 영향을 관찰하였다. 모형베드의 방위는 베드를 다단

선하기 위하여 모형 2와 3을 제시하였다. 모형 2(Fig. 4)는 모형 1(Fig. 3)에서 중간에 위치한 3단 베드를 제거하였다. 모형 2의 경우 모형 1에 비하여 베드의 총 면적은 25%가 감소 하였지만 1단 베드의 광환경은 개선될 것으로 판단된다.

모형 3은 모형 2와 재배 면적은 동일하나 2단 부의 광환경 개선 효과가 기대 된다. Fig 1와 2에서 나타난 것과 같이 그림자의 이동 경로가 4월부터 9월까지 베드 주위에 집중되어 있고 10월부터 3월까지의 베드와 상당한 거리를 보이는 것을 볼 때 이 두 기간 동안 베드의 위치를 변형하여 재배를 한다면 1단과 2단의 태양 직달광의 투영 면적이 증가할 것으로 판단된다.

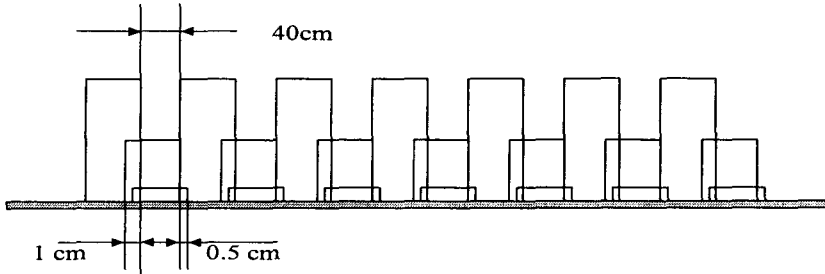


Fig. 3. Layout of the model 1.

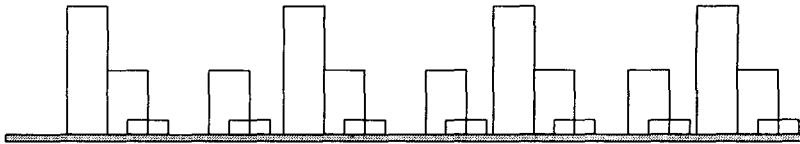


Fig. 4. Layout of the model 2.

Table 1. Ratio of incident at the each levels. (unit : %)

| Time | Bed No. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Tier | | | | | | | | |
| 9 | 1 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 100 |
| | 3 | | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 100 |
| 12 | 1 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 100 |
| | 3 | | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 100 |
| 15 | 1 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 100 |
| | 3 | | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 100 |

으로 설치할 경우 남북동 방향보다는 동서동 방향이 베드의 구성에 있어서 유리하므로 동서동으로 하였다(김, 1998).

3. 결과 및 고찰

(1) 그림자의 이동 경로

모형베드의 높이 70cm와 150cm의 10시부터 16시까지 그림자의 이동 경로를 살펴보면 Fig. 1와 Fig. 2과 같다. 양쪽 그림의 베드의 폭과 비교하여 볼 때 베드의 높이가 높을수록 그림자가 멀리 생기는 것을 확인 할 수 있으며, 4월부터 9월까지의 그림자는 베드는 아래이거나 주위를 크게 벗어나지 않는다.

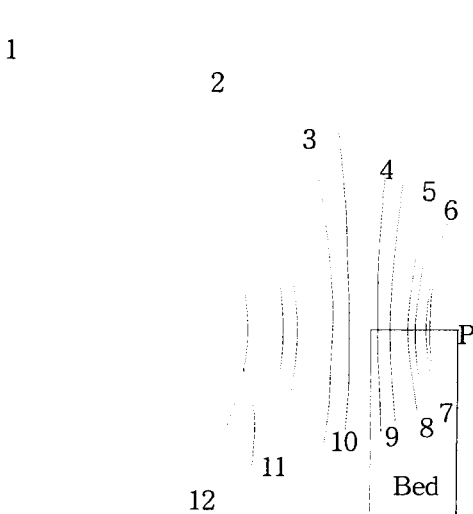


Fig. 1. The shadows of point P
(h:70cm)

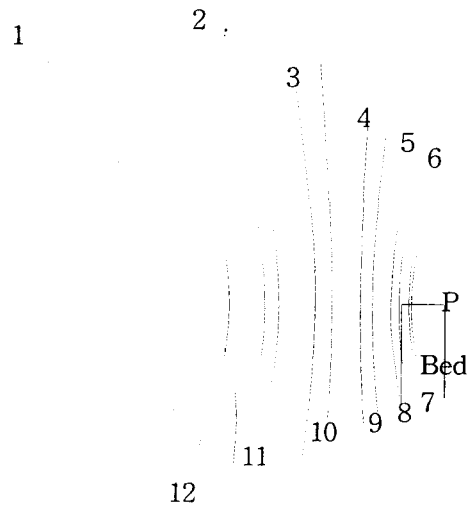


Fig. 2. The Shadows of point P
(h:150cm)

(2) 3단 재배시스템의 설계

그림자의 이동 경로를 고려하여 Fig. 3와 같이 베드(모형 1)를 구성하였다. 모형 1의 경우 베드의 총면적을 폭 120cm의 일반 베드와 비교하여 보면 단위 길이 당 면적이 약 3배가 증가하였다. 이 모형을 동서 방향으로 설치할 하여 그림자의 영향을 받지 않는 베드의 면적, 즉 태양 직달광이 베드에 투영한 면적을 살펴보면 Table 1과 같다. 베드의 번호는 그림의 왼쪽 방향에서부터 시작하고 베드면적에 대한 백분율로 표시하였다. 7번의 경우는 3단 모두 그림자의 영향을 받지 않는다. 그러나 나머지 베드의 경우 2단은 72%가 그림자의 영향을 받지 않았으나 1단의 경우는 44%만 그림자의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

결과와 같이 1단의 베드는 2단과 3단의 그림자의 영향을 동시에 받으므로 태양 직달광의 도달 면적이 50% 이하로 나타났다. 이러한 1단 베드의 광환경을 개



Fig. 5. Layout of the model 3.

4. 요약 및 결론

시설재배에서 단위 면적당 재배 면적을 증가시키기 위하여 모형 실험을 통한 3단 재배시스템을 구성하였다. 모형 베드 그림자의 이동 경로를 보면 4월부터 9월까지 베드 주위에 집중되어 있으며 10월부터 3월까지의 베드로부터 떨어져 있다. 모형 1과 같이 베드를 구성하였을 경우 2단 부는 70%, 1단 부는 50% 정도의 면적이 그림자의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 모형 2와 3의 경우는 재배 면적은 모형 1에 비하여 25% 감소 하지만 1단과 2단의 광환경 개선 효과가 있을 것으로 판단된다. 모형 1, 2, 3과 같은 시스템에서는 1단을 제외하고는 일사량의 부족 현상이 발생하여도 호음성식물은 충분히 재배가 가능할 것으로 판단되며, 그림자의 이동 경로를 볼 때 일년을 두 기간으로(4월~9월, 10월~3월) 나누어 베드의 위치를 바꿔 준다면 2단과 3단부의 광환경 이 더 좋아 질 것으로 판단되고 간단한 기계화 장치와 재배환경에 관한 연구도 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- (1) 김기성. 1998. 플라스틱온실내 2단재배를 위한 생육환경에 관한연구. 서울대학교 석사학위 논문.
- (2) 도서출판 한미 편집부 편역. 1992. 공기조화계산법. 도서출판 한미. p. 46-55, 103-15.
- (3) Langhans. R. W. 1990. Greenhouse management. Halcyon press. p.33-45.