

熱收支 莖流センサー에 의한 멜론 莖流量的 測定

Measurement of Mass Flow of Water in the Stem of Musk Melon by Sap Flow Gauge

梁元模 · 糠谷明*

순천대학교 · *일본 시즈오카대학

W. M. Yang · A. Nukaya*

Sunchon National University · *Shizuoka University, Japan

1. 서론

멜론은 향기가 독특하고, 재배기간이 짧으며, 수확시의 노동력이 적게 들고, 부가가치가 높아 점차 재배면적이 늘고 있는 작물이다. 멜론재배의 성패는 네트의 양호한 형성과 당도향상에 있으며 이것은 합리적인 수분관리를 통해서만 가능하고, 합리적인 수분관리를 위해서는 멜론 수분소비량의 정확한 계측이 필수적이다.

최근 식물체내의 수분상태나 흡수되는 물의 양을 측정제어하기 위하여 레이저 경계측센서나 열수지경류센서 등이 이용되고 있다. 특히 열수지경류센서는 줄기속을 흐르는 물의 양을 직접 측정하므로 생육단계에 따른 수분흡수량은 물론 하루중의 시간대별로 수분소비량을 측정할 수 있다.

이 실험은 열수지경류센서를 이용하여 측정한 멜론의 흡수량과, 급액량과 배액량을 토대로 산출한 멜론의 흡수량을 일사량과 온도 및 습도 등의 환경과 관련하여 비교분석함으로써 온실암면재배 멜론에 있어서 경류센서에 의한 증산량 추정 가능성과 그 정확도를 검증하기 위하여 수행하였다.

2. 재료 및 방법

(1) 경류센서 및 경류량측정

열수지법에 의한 경류량측정은 가해진 열량과 손실되는 열량이 일정하다는 원리를 이용하여 식물체의 줄기 표면에 일정한 열량을 가하고 물이 줄기속을 흐르면서 빼앗아가는 열량을 계산함으로써 줄기속을 흐르는 물의 양을 측정하는 방법이다. 경류센서는 동콘스탄탄 열전대 및 견사형 망간선 등을 이용하여 자작하였고, 데이터로거(CampBell사, 21XL)에 연결하여 경류량을 연속측정하였다. 센서의 부착위치는 밑에서 3번째 마디로 하였다.

실험기간동안 외기온도, 온실내온도, 일사량 및 습도를 연속측정하였으며, 센서에 의해 계측된 경류량의 정확도를 확인하기 위하여 실제의 급액량과 배액량을 매일 오후 5시에 측정하여 멜론 1주가 1일간 소비하는 양액의 양을 계산하였다.

(2) 멜론의 재배관리

멜론은 1994년 3월부터 7월까지 일본 시즈오카대학 실험포의 3/4식 유리온실에서 재배하였다. 재배방식은 암면양액재배 점적식으로 하였으며 멜론품종은 요코하마우에키 종묘회사의 '산-디盛夏型멜론'을 이용하였다.

종자는 1994년 3월 23일에 침종하여 25℃의 항온기에서 최아한 후 3월 25일에 암면큐브에 파종하여 주간 25-27℃로 유지하면서 표준농도의 일본원시액으로 양액육묘하였다. 정식은 본엽 3매내외인 4월 12일 암면슬라브에 실시하였으며 정식 후 양액은 시즈오카처방액으로 관리하되 20-30%가 배액되도록 하였다. 실험구배치는 난괴법 4반복으로 집구당 22주씩 총 88주를 정식하였다.

교배는 5월 10일부터 13일 사이에 인공수분하였으며 줄기는 23절위에서 적심하였다. 기타 관리는 관행에 준하였다.

3. 결과 및 고찰

(1) 경류센서의 측정오차

열수지센서측정경류량과 급액량과 배액량을 비교하여 계산한 실측양액소비량을 표1에 나타내었다. 일사량이 20MJ/m²/day 이상인 6월 21, 22, 25 및 27일에는 센서측정경류량과 실측양액소비량과의 오차가 150ml/plant/day 이하의 차이를 보였으나 일사량이 20MJ/m²/day 이하로 흐리거나 비가온 날인 6월 23, 24, 26, 28 및 29일에는 센서측정경류량이 실측양액소비량보다 200ml/plant/day 이상 크게 나타났다. 이것은 경류센서의 원리가 센서 각 부위의 열수지를 측정하여 증산량을 계산하는 것이므로 외부의 일사량이 온도에 영향을 미치고 온도가 센서의 정확도에 영향을 미치기 때문으로 생각되었다.

Table 1. Comparison between mass flow in stems measured by sap flow meter(MFS) and consumption of nutrient solution(CNS)

Date	June 21	22	23	24	25	26	27	28	29
RAD (MJ/m ² /day)	33.98	28.85	14.21	11.87	24.13	11.70	32.32	14.22	15.65
Daily Ave. Temp. (℃)	25.91	25.91	25.08	24.57	26.65	25.43	28.81	26.77	26.19
MFS(ml/p/day)	1502	1564	1236	1070	1402	1223	1605	1437	1264
CNS(ml/p/day)	1620	1636	921	730	1338	867	1610	1212	988
MFS-CNS(E)	-118	-72	315	340	64	356	-5	225	276
E/MFS×100(%)	7.9	4.6	25.5	31.8	4.6	29.1	0.3	15.7	21.8

(2) 일사량 및 온도와 측정오차와의 상관

일사량과 측정오차와의 상관관계를 보면 그림1과 같다. 측정오차 $y = -20.044x +$

569.77($R^2=0.9454^{**}$)로 부의 상관관계를 보였으며 일사량 $20\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$ 에서는 센서측정경류량과 실측양액소비량과의 오차가 적었으나 일사량이 이보다 많아지면 많아질수록 센서측정경류량이 실측양액소비량보다 적어지는 경향이었고 일사량이 적어질수록 센서측정경류량이 실측양액소비량보다 많아지는 경향이였다.

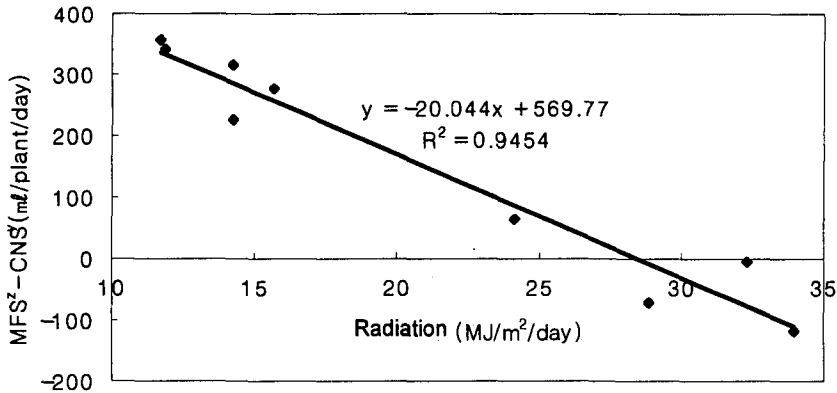


Fig. 1. Relationship between radiation and observational errors of mass flow in stems measured by sap flow meter

^z Mass flow in stems measured by sap flow meter

^y Consumption of nutrient solutions(ml/plant) = Total amounts of nutrient solutions supplied(ml) - amounts of nutrient solutions drained(ml)

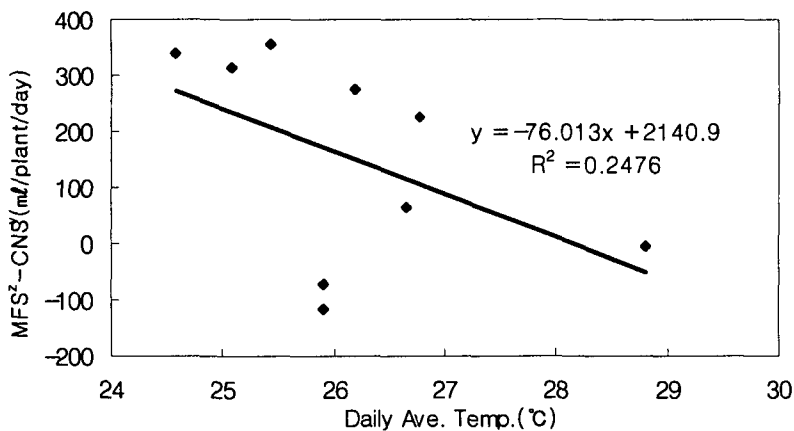


Fig. 2. Relationship between daily average temperature and observational errors of mass flow in stems measured by sap flow meter.

^z Mass flow in stems measured by sap flow meter

^y Consumption of nutrient solutions(ml/plant) = Total amounts of nutrient solutions supplied(ml) - amounts of nutrient solutions drained(ml)

그러므로 경류센서의 정확도를 높이기 위해서는 가급적 센서가 외부일사량의 영향을 적게 받도록 단열효과를 높힐 수 있는 방법이 강구되어야 할 것으로 판단되었다. 온도와 측정오차와의 상관은(그림2) 유의성이 인정되지 않았으나 일사량과 같이 부의 상관을 보이는 경향이였다.

센서측정경류량의 오차율은 최저 0.3%에서 최대 31.8%로 나타났다. 그러나 일사량 20MJ/m²/day을 중심으로 일사량이 낮거나 높을 경우 오차율의 폭이 커지고 있으므로 경류센서에 의해 계측된 값에 일사량을 고려하여 보정을 하여야 할 것으로 생각되었으며 보정계수에 관한 상세한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

(3) 센서간의 측정오차

센서별 측정오차를 나타낸 것이 표2이다. 센서별 측정날자의 차이가 있어 문제가 있으나 전체적으로 보면 최저 0.3%에서 최고 37.9%까지의 오차를 보이고 있는데 전술한 바와 같이 센서간 오차보다는 일사량의 차이에 따른 오차가 크게 나타났다. 센서1과 센서2의 6월 24일의 측정오차는 각각 31.8, 30.1%, 6월 25일에는 4.6, 17.6%, 6월 26일에는 29.1, 29.0%, 6월 27일에는 0.3, 6.2%, 6월 28일에는 15.7, 4.3%, 6월 29일에는 21.8, 14.9%로 최저 0.1%에서 최대 13%의 차이를 보였다.

Table 2. Percentage of error((MFS-CNS)/MFS×100) of mass flow in stems measured by sap flow meter(MFS) compared with consumption of nutrient solution(CNS)

Sensor 1	Date	June 21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Error(%)	7.9	4.6	25.5	31.8	4.6	29.1	0.3	15.7	21.8
Sensor 2	Date	June 24	25	26	27	28	29	30	July 1	2
	Error(%)	30.1	17.6	29.0	6.2	4.3	14.9	8.3	37.9	32.0
Sensor 3	Date	July 21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Error(%)	28.6	25.0	13.5	20.2	9.8	15.6	2.6	25.7	6.5

센서간의 측정오차의 원인은 센서자체의 차이외에도 위에서 언급한 바와 같이 일사량과 온도의 영향을 받게되므로 센서의 설치위치도 영향을 미쳤을 것으로 생각되었다. 그러므로 보다 정확한 경류량의 계측을 위해서는 온실내의 차광정도나 온도를 고려하여 센서의 설치위치나 부착위치가 결정되어야 할 것으로 판단되었다.

4. 요약 및 결론

열수지 경류센서에 의한 멜론의 흡수량측정오차는 최저 0.3%에서 최대 31.8%

범위내에 있었으며, 일사량 20MJ/m²/day에서는 오차가 적었으나 일사량이 이보다 많아지면 많아질수록 센서측정경류량이 실측양액소비량보다 적어지는 경향이었고 일사량이 적어질수록 센서측정경류량이 실측양액소비량보다 많아지는 경향이였다. 센서간의 오차는 최저 0.1%에서 최대 13.0%의 오차율을 보였다. 열수지 센서측정경류량은 일사량이나 온도와 고도의 부의 상관관계를 보였다. 그러므로 이를 이용 보정계수를 산출하면 보다 정확한 멜론의 경류량을 측정할 수 있을 것으로 판단되었다.

참고문헌

- (1) J. M. Baker & C. H. M. van Bavel. 1987. Measurement of mass flow of water in the stems of herbaceous plants. *Plant Cell and Environment* 10:777-782.
- (2) Valancogne C. and Z. Nasr. 1989. Measuring Sap Flow in the Stem of Small Tree by a Heat Balance Method. *HortScience* 24(2):383-385.
- (3) J. L. Heilman and J. M. Ham. 1990. Measurement of Mass Flow Rate of Sap in *Lingustrum japonicum*. *HortScience* 25(4):465-467.
- (4) 朝倉利員. 1993. 莖熱收支法によるメロン果實への水分移動量の測定. *園學雜*. 62:294-295.
- (5) 梁元模, 糠谷明, 狩野敦. 1995. 溫室メロンのロックウール栽培における灌液量制御への蒸散モデル式の適用 (第1報)水蒸氣密度差と擴散抵抗をパラメータとするモデルによる可能性. *日本園藝學會發表要旨*
- (6) 梁元模, 糠谷明, 狩野敦. 1995. 溫室メロンのロックウール栽培における灌液量制御への蒸散モデル式の適用 (第2報)日射と葉水分ポテンシャルを利用するモデルの可能性. 1995年度日本農業氣象學會,日本生物環境調節學會,農業施設學會 合同大會講演要旨 pp.386-387.