

## 포도 '거봉'의 2기작 재배에서 근권환경 특성<sup>1)</sup>

오성도 · 김용현\*

전북대학교 농과대학 원예학과

\*전북대학교 농과대학 농업기계공학과

### Root zone environments in two cropping system within a year for Kyoho grapes

Oh, Sung-Do · Kim, Yong-Hyeon\*

Dept. of Horticulture, College of Agriculture

\*Dept. of Agricultural Machinery Engineering, College of Agriculture,  
Chonbuk National University, Chonju, 561-756, Korea

### Abstract

This study was performed to investigate the behaviour of root zone environments under the control of soil temperature and tension of soil moisture near the root zone of 'Kyoho' grapes tree grown on restricted root zone system in plastic greenhouse. Maximum diurnal air temperature inside plastic greenhouse ranged between 25.1 and 32.7°C, and the average of nocturnal air temperature inside plastic greenhouse maintained at 18°C in winter season. Also the minimum diurnal relative humidity ranged between 50 and 55%, and the maximum nocturnal relative humidity ranged between 84 to 87%. At a depth of 15cm from soil surface, the average soil temperature maintained at 25.6°C for under-ground heating, and appeared to 17.4°C for unheated condition. Although the tension of soil moisture just after irrigation sharply decreased to pF 1.5, the tension of soil moisture at the depth of 15cm maintained at pF 2.0~2.2. It is suggested that the tension of soil moisture at the depth of 15cm might be used as the standard for the determination of irrigation set point. Effective drainage system is needed to prevent the spindly and succulent growth of vine trees grown in restricted root zone system.

---

주 제 어 : 거봉, 근권환경, 근역제한 재배, 2기작 재배, 플라스틱 온실

Key words : Kyoho grapes, root zone environments, restricted root zone cultivation, two cropping system within a year, plastic greenhouse

---

<sup>1)</sup> 본 연구는 1995년도 학술진흥재단의 자유공모과제로 수행되었음.

## 서 언

거봉, Black Olympia와 같은 대립계의 4배 체 포도 품종은 소비자의 기호도가 높아 재배 면적이 매년 증가하고 있다. 이에 따라 대부분의 시설재배 농가에서는 숙기 촉진에 의한 조기출하를 목표로 연 1회 생산 작형인 가온 재배를 시도하고 있어 수확이 완료된 플라스틱 온실은 거의 4~5개월 이상 시설을 놀리게 된다. 그러므로 플라스틱 온실의 이용률 제고와 단경기 출하에 의해서 수익을 높일 수 있는 연 2회 생산 방법에 대한 관심이 증대되고 있으나, 연 2회 생산을 위한 재배체계 및 적정 환경조건의 기준 설정이 극히 미흡한 실정이다.

시설내에서 연 2회 생산을 하려면 여름철에 1회 수확 완료후 연내 2차 생장을 촉진시킬 수 있는 방법의 구명과 이에 따른 환경제어 기술의 확립이 요구된다. 이러한 이유 때문에 일본에서는 포도 2기작 재배를 위한 연구(阿部, 1994; 山本, 1993; 久保田, 1993)가 많이 수행되고 있으며, 대립계 시설포도의 2기작과 수세 조절을 목표로 근역제한재배(長谷川, 1994)가 시도되고 있다. 효과적인 근역제한 재배와 더불어 생육 단계별 적정 수준의 환경제어가 뒷받침되면 연 2회 생산 뿐만 아니라 포도의 품질 향상 및 안정적 생산이 가능할 것으로 기대된다.

플라스틱 온실내에서 조기가온이 이루어지면 지상부 기온은 적정 수준의 유지가 용이하나, 신초생장기에서 근권부의 토양온도는 생육 적온보다 낮기 때문에 근부에서의 수분 및 양분의 흡수가 충분하게 이루어지지 않게 된다. 이 때문에 시설포도의 조기가온재배에서 지상부 및 지하부 환경요소의 불균형에 의한 생육부진 및 생리장해가 발생될 우려가 있는바 지상부와 지하부 환경요소의 균형을 위한 효과적인 지중가온 방법이 필요하다.

보통 뿌리에 의해서 이용가능한 pF값은 1.5~4.2의 범위이나, pF값이 3.0~3.3 정도에 이르면 토양수분의 부족 현상이 나타나 생장이 저해되므로 그 이전에 관수를 해 주어야 한

다. pF값 1.5 이하이면 토양수분이 과다하게 되어 토양의 통기성이 악화되고, 생육이 불량해질 가능성이 있기 때문에 관수량에 주의하지 않으면 안된다(Miller, 1990). 포도는 내건성 및 내습성이 강한 과수이나, 생육기간 중에 수분이 부족하면 신초의 신장이 불량하며 수량의 감소와 더불어 당도가 저하될 수 있다. 한편 성숙기에 수분이 적정 수준으로 공급되면 생장이 촉진될 것이다. 즉 과립중의 증가와 함께 당도가 향상되어 고품질의 포도 생산이 가능해진다. 또한 관수를 통한 토양수분의 적정관리는 포도의 열과 방지에 기여하게 된다.

더구나 시설포도의 2기작을 위하여 근역제한 재배를 시도하면 생육이 진전됨에 따라 점차 근권부의 뿌리 밀도가 높게 되고 토양수분의 부족 현상이 나타나기 쉬우며, 이로 인하여 엽의 노화 또는 과립의 비대불량이 발생되기도 한다(今井, 1991; 岡本, 1989). 그러므로 근역제한 재배에서는 토양수분을 적절하게 관리할 수 있는 방안이 요구되나, 국내에서 포도의 시설재배와 관련된 연구 결과는 미약한 수준이다. 이 가운데 鄭동(1990)은 포도 시설재배의 작형 및 재배기술의 확립을 위한 연구 결과로서 플라스틱 온실의 상면에 반사 특성이 상이한 반사 필름을 설치하고 신초의 생육과 과실 특성에 미치는 반사필름 멀칭의 효과를 보고한 바 있다.

본 연구는 포도 '거봉'의 2기작을 위한 근역제한 재배에서 근권환경, 즉 근권부의 지온 및 토양수분의 변화 특성을 구명하고자 시도되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험용 플라스틱 온실

본 실험에 이용된 플라스틱 온실은 2연동으로서 폭과 동고는 각각 6m, 3.5m 이고, 상면적은 372m<sup>2</sup>이다. 이중형 온실의 피복재 및 보온재로서 두께 0.1mm의 폴리에틸렌 필름을

사용하였고, 부직포로 제작된 수평커튼을 온실 내부에 설치하였다. 아울러 온실 내부의 난방을 위하여 설치된 온풍난방기의 난방 능력은 80,000kcal/hr이다.

## 2. 근역제한 재배용 베드 및 근권부 가온 시스템 설치

근역제한 재배를 위하여 실험용 온실의 길이 방향을 따라 설치된 재배용 베드(폭 50cm × 높이 30cm)에 1년생 묘목 37주를 재식하였다. 한편 시설포도의 근권부 가온 및 지온 조절을 위하여 21,000kcal/hr의 난방능력을 갖춘 온수보일러 시설을 설치하였으며, 온수 순환용 액셀관(내경 15mm × 외경 20mm × 두께 2mm)이 재배용 베드 표면으로부터 30cm 깊이에 매설되었다.

## 3. 측정항목 및 측정방법

본 실험에서 측정된 항목은 지상부 환경요소의 경우 온실 내부공기의 건구와 습구 온도이며, 지하부에서는 지온 및 토양수분을 측정하였다. 온실 내부공기의 건습구 온도와 지온 측정에 사용된 센서는 백금측온저항식(Pt 100 Ω)으로서, 건습구 온도계는 상면으로부터 2.0m의 높이에 설치하였다. 지온 측정용 센서는 재배용 베드의 표면으로부터 각각 5cm, 15cm 및 25cm의 깊이에 1개씩 설치하였으며, 지중 15cm의 위치에서 25℃의 지온을 유지하도록 온수보일러를 작동하였다. 백금측온저항 센서로부터의 저항 신호는 그림 1과 같은 저항-전압변환기(resistance to voltage converter)를 거치면서 0~5V의 직류전압으로 변환된 후 data acquisition card 내에서 A/D변환 과정을 거쳐 계측용 컴퓨터의 플로피디스크에 저장하였다. 측정된 건구와 습구온도는 습공기 성질을 계산할 수 있는 프로그램의 입력자료로서 사용되었으며, 이 프로그램에 의해서 온실내의 상대습도를 결정하였다. 한편, 토양수분의 흡인압을 연속으로 측정하고자 지온 측정이 이루어진 동일한 위치에 토양수분 장력계(tensiometer)를 각각 1개씩 설치하였다. 토양수분

장력계로부터의 출력 신호는 A/D 변환 과정을 거쳐 계측용 컴퓨터의 플로피디스크에 저장하였다.

이밖에 지중가온 및 토양수분 장력의 변화가 거봉 수체의 생장에 미치는 효과를 구명하고자 근역제한 재배에 의한 거봉의 신초 간경, 신초장, 절간장, 엽면적, 엽수 및 결과지의 과방수 등을 측정하였다.

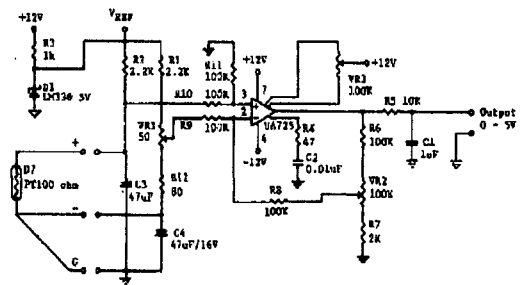


Fig. 1. Electric circuit of resistance to voltage converter.

## 4. 토양수분의 조절

근권부에서 토양수분의 적정관리를 위하여 지중 15cm 깊이에서 측정된 토양수분의 흡인압이 pF 2.2 이상으로 상승하면, data acquisition card의 digital output port로부터 신호가 출력된다. 이 신호에 의해서 급수용 펌프에 연결된 무접점계전기(solid state relay)가 ON 상태로 되어 관수가 이루어진다. 토양수분의 흡인압이 설정치 pF 1.5 이하로 내려가면, 펌프에 연결된 무접점계전기의 접점이 OFF 상태로 되어 펌프의 작동은 중단된다. 본 연구에서 적용된 관수 방법은 스프링클러에 의한 살수법이다.

## 결과 및 고찰

### 1. 온실내 기온 및 상대습도의 변화

그림 2는 실험 기간 동안 최저 외기온이 나타난 시기, 즉 '96. 1. 15~1. 20에서 실험용 온실내의 기온 및 상대습도 변화를 나타낸 것이다. 온실내의 상면으로부터 2m 높이에서 측정된 기온은 외기온과 일사량에 따라 차이가 있기는 하나, 주간의 최고기온은 25.1~32.7℃를 나타내어 시설포도의 생육적온에 해당되었다. 한편, 야간기온의 최저치는 약 18℃ 정도로서 난방에 의해서 실내기온이 일정 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 山本(1993)과 武井(1994)에 의하면 포도 지상부의 적정 생육 온도는 주간의 경우 25~30℃, 야간에는 16~18℃가 가장 이상적이라고 하였으나 가운데재배에서는 실내기온의 범위가 14~32℃로서 그 폭이 다소 넓게 나타남을 감안할 때 실험용 온실내의 기온은 포도의 적정 생육 온도에 해당됨을 알 수 있다. 주간의 상대습도 최저치는 50~55%로서 다소 낮게 나타났으나, 야간의 상대습도 최고치는 84~87%로서 과습하지 않은 것으로 나타났다. 실험 기간 동안 온실내 기온의 최고치와 최저치의 평균값은 각각 27.3℃, 18.1℃이며, 상대습도의 최고치와 최저치의 평균값은 각각 86%, 53%로 나타났다.

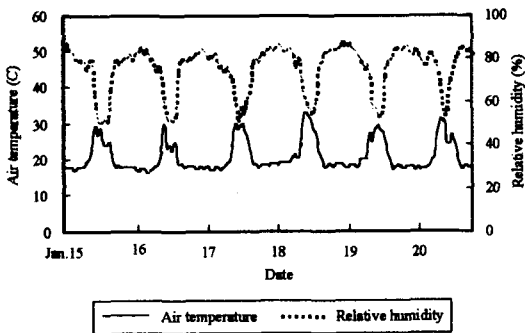


Fig. 2. Variation of air temperature and relative humidity in plastic greenhouse.

## 2. 근권부의 지온 변화

포도생육에 있어서 동계에 결실수의 생리적인 문제는 지중온도 하강으로 말미암아 결실된 신초가 조기에 목질화되어 양분과 수분이

원활하게 이동하지 않는다(山本, 1993; 久保田과 島村 1989)는 것이다. 이로 인하여 과실비대가 정상적으로 이루어지지 않고 품질이 불량해질 우려가 있다.

그림 3은 지중 5cm, 15cm 및 25cm의 깊이에서 측정된 지온 변화를 나타낸 것이다. 온수보일러의 작동과 더불어 지중 25cm에서의 지온은 급격하게 상승되었으며, 지중 5cm와 15cm에서의 지온 상승은 25cm에 비해서 다소 지연되는 것으로 나타났다. 온수보일러가 작동할 때 지중 5cm, 15cm 및 25cm의 깊이에서 지중온도의 최고치는 각각 25.7℃, 27.8℃, 30.2℃이며, 평균치는 각각 23.4℃, 25.6℃, 28.9℃로서 지중 15cm 깊이에서 근권부의 설정 온도인 25℃ 정도를 유지하였다. 지중가온을 중단하였을 때 15cm 및 25cm 깊이에서의 지온은 조금씩 하강하는 가운데 평균 17.4℃를 유지하는 것으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 실험 기간 동안 지속되었다. 한편, 5cm 깊이에서의 지온은 주간에는 온실내로 투과된 일사량과 야간의 경우 온풍난방기로부터 공급된 열량의 영향으로 18~21℃를 나타내어 온도 변화의 폭이 15cm와 25cm에서의 지온에 비해서 다소 크게 나타났다. 거봉 근권부의 대부분이 지중 15~25cm 깊이에 위치함을 고려할 때 근권부의 지온을 조절하기 위해서 매설되는 지온센서의 깊이는 15cm가 적절할 것으로 판단된다.

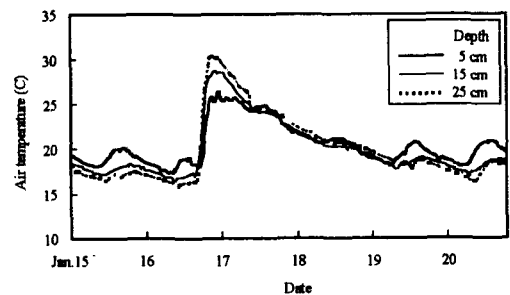


Fig. 3. Variation of soil temperatures at a depth of 5, 15 and 25cm from soil surface in greenhouse.

### 3. 토양수분 흡인압의 변화

그림 4는 관수가 이루어지기 전후에서 측정된 토양수분의 흡인압을 나타낸 것이다. 관수 개시전 5cm, 15cm 및 25cm의 깊이에서 토양수분의 흡인압은 각각 pF 2.7, pF 2.2 및 pF 1.6 정도를 유지하였으나, 관수 직후에 토양수분의 흡인압은 급격하게 감소하였다.

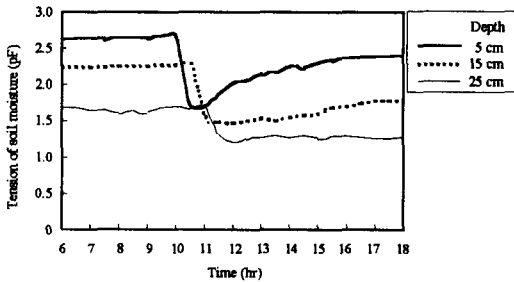


Fig. 4. Variation of the tension of soil moisture after irrigation at a depth of 5, 15 and 25cm from soil surface in greenhouse.

5cm 깊이에서는 관수 개시와 더불어 흡인압이 순간적으로 저하되어 pF 1.6 정도의 최저치에 도달하였으나, 관수 중단 후 토양수분의 침투 또는 증발산의 증가에 의해서 흡인압이 단시간내에 관수 개시전의 근접한 수준에 도달하였다. pF 2.2 정도로서 토양수분 흡인압의 설정치를 나타낸 15cm 깊이에서는 관수 직후 흡인압이 pF 1.4 정도로 낮게 나타났으나, 이 후 흡인압이 완만하게 증가하여 pF 1.8 정도를 유지하였다. 한편, 25cm 깊이의 흡인압은 관수 개시전에 pF 1.7 정도, 관수가 이루어진 후에는 pF 1.3~1.4로서 낮게 나타났다. 위의 결과로부터 토양수분의 흡인압을 제어하기 위한 기준치로서 15cm의 깊이에서 토양수분의 흡인압을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단되는 바, 본 연구에서는 15cm의 깊이에서 토양수분의 흡인압을 pF 2.2로 설정한 가운데 관수량을 조절하였다.

그림 5는 15cm 깊이에서 토양수분 흡인압

의 목표치를 pF 2.2로 설정하였을 때 15cm와 25cm 깊이의 흡인압 변화를 나타낸 것이다. 관수 개시와 함께 15cm 깊이의 흡인압은 pF 1.5 정도까지 하강하였으나, 이 후에는 흡인압이 상승하면서 설정치에 근사한 pF 2.0~2.2를 유지하여 관수량의 제어가 효과적으로 이

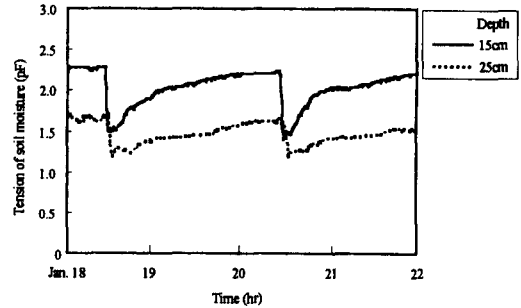


Fig. 5. Variation of the tension of soil moisture at a depth of 15 and 25cm from soil surface in greenhouse.

루어짐을 확인할 수 있었다. 한편, 25cm 깊이의 흡인압은 관수개시전에 pF 1.7~1.8을 유지하였으나, 관수 개시에는 pF 1.2~1.3 으로서 다소 낮게 나타났다. 이러한 결과는 근역제한 재배가 이루어질 때 근권부의 하층부가 과습 상태에 도달할 수 있음을 의미하는 것이다. 그러므로 근권부 하층의 과습을 방지하려면 적정 관수량의 설정 뿐만 아니라 사질성 토양의 이용과 같은 적절한 배수 대책이 필요하게 된다. 실제로 일부 수체의 결실기에서 열과 및 착색불량 현상이 나타났는데, 이러한 결과는 근권부가 다소 과습한 상태를 유지하였기 때문인 것으로 추측된다. 스프링클러에 의한 살수로서 관수를 실시할 경우 지면에 도달된 수분이 지중으로 침투되어 수분장력계에 감지되기까지 다소의 시간 지연 현상이 나타났다. 이로 인하여 펌프의 작동을 중단시키기 위한 시간이 지체되어 근권부의 토양수분이 적정치 이상으로 공급되는 결과가 초래되었다. 따라서 적절한 토양수분을 유지하기 위한 방법으로서 점적관수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

#### 4. 거봉 품종의 신초 성장 특성

표 1은 근역제한 재배에 의한 1년차 2회 생산 결실수의 신초생장과 이전의 연구 결과(鄭 등, 1990)를 비교한 것이다. 본 연구에서 시도된 근역제한 재배에서 거봉의 신초는 180cm로서 이전 연구결과의 215cm에 비해서 다소 작게 나타났으나, 절간강은 15cm로서 기존 결과의 10cm에 비해서 크게 나타났다. 이와 같은 결과는 본 연구에서 재배된 거봉 수체가 다소 도장되었음을 의미하는 것으로서, 근역제한 재배에서 근권부의 배수가 충분하게 이루어지지 않았기 때문에 위와 같은 결과가 나타난 것으로 판단된다. 한편 본 연구 결과에서 간경은 높게 나타났으나, 엽수는 비슷한 수준으로 나타났다.

Table 1. Comparison of growth indices of Kyoho grape grown between in restricted rooting volume and earlier study.

Growth indices	Restricted rooting volume	Earlier study <sup>1</sup>
Trunk diameter (cm)	2.5 ± 0.5	1.14
Shoot length (cm)	180 ± 30	215.0
Internode (cm)	15 ± 3	10.0
Leaf area (cm <sup>2</sup> )	123 ± 33	
No. of leaves	23.5	22.3
No. of cluster in fruiting shoot	1.0	

<sup>1</sup>cited from references No. 1.

### 적 요

거봉과 같은 대립계 4배체 포도의 근역제한 재배에서 품질향상과 수량을 증대시키려면 포도수체 지상부의 기온과 상대습도 뿐만 아니라 근권부의 지온과 토양수분을 적정하게 관리하는 것이 중요하다. 거봉의 2기작을 위한

근역제한 재배에서 지중가온과 토양수분을 조절하면서 근권부의 지온과 토양수분 흡인합의 변화 특성을 살펴보고자 시도된 본 연구에서 나타난 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 가온 시기에 주간의 최고 기온과 야간기온의 평균치는 각각 25.1~32.7℃, 18℃ 이고, 상대습도는 주간 최저치와 야간 최고치가 각각 50~55%, 84~87% 로 나타났다.

2. 지중 15cm 깊이에서 지중 가온구와 지중 무가온구 지온의 평균치는 각각 25.6℃, 17.4℃로서 지온의 적정 범위에 해당되어 본 실험에서 적용된 온수보일러에 의한 지중 가온이 효과적인 것으로 나타났다.

3. 15cm 깊이에서 토양수분 흡인압의 목표치를 pF 2.2로 설정하였을 때 관수 개시와 함께 15cm 깊이에서의 흡인압은 pF 1.5 정도까지 하강하였으나, 이후에는 흡인압이 상승하면서 pF 2.0~2.2를 유지하여 토양수분 흡인압의 조절이 효과적으로 이루어졌다. 그러므로 근역 제한 재배에서 관수 개시점을 결정하기 위한 지표로서 지중 15cm 깊이에서 측정된 토양수분 흡인압을 이용하는 것이 바람직하다.

4. 거봉의 근역제한 재배에서 신초의 도장을 방지하려면 근권부의 효과적인 배수 대책이 요구된다.

### 인 용 문 헌

1. 阿部和夫. 1994. 巨峰의2期作栽培の現状と課題. 94 果樹施設化シンポジウム. 日本農園藝資材研究會 78-84.
2. 久保田尙浩, 片山友孝, 前田 明. 1993. 브ドウ'피오네'における二期作の事例. 農業および園藝 68(5) : 610-611.
3. 久保田尙浩, 島村和夫. 1989. 加温時期の異なるブドウ'마스カット·オブ·アレキ산드리아'樹の炭水化物榮養に及ぼす地温の影響. 園學雜 58(2):303-309.
4. 長谷川 繁樹. 1994. 根域制限による高品質ブドウの早期成園化. 農耕と園藝 1994

- (10):162-164.
5. 今井俊治・藤原多見夫・田中茂穂・岡本五郎. 1991. 根域制限栽培のブドウ'巨峰'の樹體生長と果實發育に及ぼす土壤水分の影響. 生物環境調節 29(3) : 133-140.
  6. 정상복, 손동수, 윤천중, 김용석, 박홍섭, 정순주. 1990. 시설과수 재배의 작형 및 기술개발시험. 농촌진흥청 원예시험장 시험연구보고서 356-373.
  7. Miller , R.W. and R.L. Donahue. 1990. Soils. Prentice-Hall.
  8. 岡本五郎ほか3名. 1989. ブドウ'巨峰'の密植根域制限栽培における水分管理について(第一報) 樹體生長結實果實發育に及ぼす影響. 園學雜58別2:142-143.
  9. 山本孝司. 1993. ブドウ'巨峰'の二期作栽培. 施設と園藝 81(6):58-63.