

土壤水分이 土川芎의 收量 및 品質에 미치는 影響

金忠國*·姜炳華**·金石東*·李相福*

Effect of Water Stress on Yield and Quality of *Ligusticum chuanxiong* Hort.

Chung-Guk Kim*, Byeung-Hoa Kang**, Sok-Dong Kim* and Sang-Bok Lee*

ABSTRACT : The experiment was conducted to investigate the effect of water stress on yield and quality of *Ligusticum chuanxiong* Hort. The water stress treatment was imposed artificially on seedling, flowering and rhizome enlargement stage of the plant. The root yield rate decreased to 19.1%, 18.2% and by the water stress treatment at rhizome enlargement, seedling and flowering stage, respectively. Portion of the products having commercial quality grade (above 20g of rhizome weight) was 93.4% at control plot, while it was 85%, 81.7% and 78.3% when stressed for water at seedling, flowering and root enlargement stage, respectively. Content of extract was the higher in the order of control, water stressed at rhizome enlargement, flowering and the seedling stage. Postive correlationship was found between yield of rhizome and rootlet yield or economic production ratio, and between dry weight of stem and rootlet yield.

Key words : Water stress, Yield, Quality, *Ligusticum chuanxiong*

緒 言

土川芎(*Ligusticum chuanxiong* Hort.)은 根莖내에 phthalide계의 ligustilide, senkyunolide와 farcarindiol 등이 들어 있어 鎮痙, 鎮靜, 血壓降下, 血管擴張, 抗菌, 抗真菌 및 Vitamin E 缺乏症 치료작용 등의 藥理作用¹⁾이 있어 한방에서 널리 쓰이는 藥材이다. 川芎

의 재배면적은 1994년도에 845ha로서 1990년도의 570ha에 비하여 48% 증가되었고 需要가 계속 증가되면서 가격 또한 상승하고 있어 농가의 안정적인 소득원으로 주요한 약용작물이다.

土川芎은 미나리과의 多年生 草本植物로 적절한 土壤水分 상태에서의 생육을 좋아하지만 과습이나 건조에 의한 생육상의 피해가 심하여 收量이나 品質에 영향을 끼친다. 우리나라의 발토양은 비옥도가

* 작물시험장 (National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

** 高麗大學校 自然資源大學 (College of Natural Resources, Korea University, Seoul 136-701, Korea)

〈 '96. 12. 5 접수 〉

材料 및 方法

낮고 保水力이 낮은 사질토가 대부분이며²⁴ 또한 약용작물은 평탄지보다는 경사지에서 재배되고 있으므로 旱魃이 쉽게 발생하는 환경에 처해있다.

약용작물 중 백지와 지황은 旱魃에 매우 약하며, 맥문동은 비교적 旱魃에 강한 작물이고, 旱魃時 시호는 10일 간격으로 灌水해 주는 것이 효과적이며 土川芎과 당귀는 5일 간격으로 灌水해 줄 때 增收된다고 하였다¹⁸. 또한 土川芎은 旱魃時 고온방지 및 토양수분 유지를 위하여 遮光해 줄 경우 無灌水 遮光處理區에 비해 86% 增收되어 灌水 및 遮光 효과가 큰 것으로 보고¹⁸되어 있으며, 쥐오줌풀의 最適水分 含量은 최대용수량의 80~90%라고 하였다¹⁶.

各 形質들의 旱魃에 대한 반응은 다양한데 실용적으로 旱魃에 대한 종합적인 반응의 결과로는 收量으로써 나타나며 영양생장기보다는 開花期以後의 水分狀態가 보다 중요한 것으로 보고^{7,8,19-21}되어 있다. 생식생장기의 수분부족은 葉老化 促進에 의한 光合成 減少^{1,11}, 貯藏器管의 貯藏物質 減少와 轉流量의 低下¹, 轉流 및 分配類型의 變化²² 및 早期成熟 促進^{1,2,12} 등을 동반하여 收量 減少를 초래하는 경우가 많다.

최근에는 농민들의 물관리에 대한 인식이 높아짐에 따라 園藝作物에서는 스프링클러나 点滴灌水 등의 灌溉施設을 많이 利用하고 있으며⁵, 藥用作物中 土川芎, 柴胡, 當歸 등은 소득성이 벼보다 1.5~2.0배 정도, 보리, 콩과 같은 밭 작물에 비해 4~6배 정도 높기 때문에^{15,17} 스프링클러 등의 灌溉施設을 이용하여 관수하는 농가수가 증가하고 있는 실정이다. 토양중에서 수분의 특성은 토양의 假比重, 眞比重, 孔隙率, 空氣充填率, 水分飽和度 등 토양의 物理的 性질에 의해 支配되며⁶, 노지재배에서는 토양조건과 기상조건에 의해 영향을 받기 때문에 토양의 수분상태를 일정한 수분 포텐셜로 조절하기는 곤란하지만 생육시기중 어느시기가 토착궁의 수량 및 품질에 旱魃피해가 심한지를 구명하기 위해, 우리나라 氣象 條件上 旱魃이 자주 발생하는 幼植物期, 開花期 및 根莖肥大期에 토양수분의 부족을 誘發시켜 시험을 遂行한 바 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

1. 토착궁 재배 및 土壤水分 不足處理

본 시험은 1995년도에 농촌진흥청 작물시험장 작물환경과 포장의 비가림 하우스안에서 베드를 이용하여 수행하였으며, 베드의 지표면에서 40cm 깊이 까지는 약산성이며 有機物 含量이 보통인 양토를 充填하고, 40~60cm 깊이는 마사토를 充填한 후 土川芎의 種球中 蘆頭直徑이 2.1~2.5cm(平均 4.8g)인 것을 선별하여 畦幅 50cm에 株間距離 10cm로 4월 7日 定植, 10월 30일에 收穫하였다. 施肥 등 기타 관리는 관행 재배법에 준하였으며, 시험기간 동안 비가림 하우스안의 氣溫은 露地의 氣溫보다는 다소 높았다. 토양수분의 不足處理는 영양생장기인 幼植物期에 45일간(4월 29일~6월 13일), 生育中期인 開花期에 30일간(8월 25일~9월 24일), 生育後期인 根莖肥大期에 30일간(10월 1일~10월 30일) 水分不足 處理를 하였으며, 대조구는 쏘 생육기간 동안 포장 용수량 수준으로 관수를 하였고, 試驗區는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 토양수분은 点滴灌水 시설을 하여 水分不足처리 기간에는 斷水를 하였고, 그 이외의 기간은 土深 20cm깊이에 tensiometer를 설치하여 포장용수량 수준(-0.03MPa)으로 관수를 하였다. 土壤水分은 中性子 水分測定機(Neutron depth moisture meter, model 503DR, California Pacific Nuclear Co. USA)를 이용하여 土深 20cm와 30cm를 3~5일 마다 測定한 後 水分 포텐셜을 算出하였으며, 供試土壤의 水分張力에 따른 含水率은 포장용수량 수준의 상태에서는 24.6%이었으며, -0.1MPa에서는 17.6%, -0.5MPa에서는 11.5%였다.

2. 收量 및 品質調査

수량은 各 處理別로 10월 30일에 60株씩을 수확하여 根莖과 細根을 분리하고 깨끗이 씻은 후 50℃에 5일간 건조시켜 乾物 收量을 조사하였으며, 品質은 各 處理別로 根莖과 細根을 분리한 60株씩을 株別로 秤量한 후 20g이상 되는 것을 上品으로, 20g이하의 根莖은 下品으로 분류하였다. 추출물

의 량은 乾物 收量 調査를 끝마친 根莖을 粉碎 後 80 mech의 체를 통과시킨 各 處理別 試料 20g에 80% 메탄올 용액 100ml를 가하여 실온에 48시간 방치 후 여과하고, 잔사를 동일한 용매로 반복 추출한 후 減壓濃縮하여 조사하였으며, 기타 조사항목은 作物試驗場 試驗研究 調査基準³⁾에 준하였다.

結果 및 考察

1. 土壤水分의 變化

處理 後 土壤水分의 變化는 前報¹⁴⁾와 같이 土深 20cm 깊이의 경우 幼植物期 水分不足 處理 45일 후에는 15.2% (약 -0.2MPa), 開花期 水分不足 處理 30일 후에는 13.1% (약 -0.3MPa), 根莖肥大期 水分不足 處理 30일 후에는 14.5% (약 -0.2MPa) 까지 내려갔으며, 대조구는 23% 정도 (약 -0.03MPa)가 되었다. 作物이 실제적으로 쉽게 이용할 수 있는 有效水分은 -0.01 ~ -0.1MPa의 土壤水分임을 고려해 볼 때, 本 試驗期間中 川芎에 의해 이용될 수 있는 圃場容水量 水準의 土壤水分 조건에서 有效水分 持續日은 20cm 깊이의 경우 幼植物期에는 23일 정도, 開花期에는 10일 정도, 根莖肥大期에는 13일 정도 되었다. 柳²³⁾는 우리나라 밭 土壤에서 20cm 깊이의 有效水分 持續日은 약 20일 이라고 하였는데, 本 試驗 結果 生育時期와 作物 生育 정도에 따라 다름을 알 수 있었다.

2. 收量에 미치는 影響

수분부족 처리에 따른 葉乾物重은 표 1에서와 같이 대조구에 비해 幼植物期 水分不足 處理時 29.4%, 開花期 水分不足 處理時 24.3%, 根莖肥大期 水分不足 處理時 58.8%가 감소되어, 根莖肥大期 水分不足 處理時 葉乾物重의 감소율이 가장 높았는데 이는 엽록소함량이 현저하게 감소되면서 낙엽이 되었기 때문으로 사료된다. 또한 줄기 乾物重은 대조구에 비해 幼植物期 水分不足 處理時 40.8%, 開花期 水分不足 處理時 36.5%, 根莖肥大期 水分不足 處理時 12.7%가 감소되어, 줄기의 비대 및 신장이 왕성할 幼植物期와 開花期에 水分不足 장해를 받아 줄기의 乾物重이 감소된 것으로 판단된다.

生藥材로 주로 쓰이고 있는 根莖의 收量은 幼植物期 水分不足 處理時 對照區 (330g/m²)에 비해 18.2%, 開花期 水分不足 處理時 17.6%, 根莖肥大期 水分不足 處理時 19.1%가 減少되어 根莖肥大期 > 幼植物期 > 開花期 水分不足 處理의 순으로 피해정도가 나타났으며, 생육단계별 수분부족 처리간에는 큰 차이가 없었으나 대조구와는 유의적인 차이가 있어 토양수분 不足 處理時 收量 減少가 심하였다. 細根의 收量은 幼植物期 水分不足 處理時 對照區에 비해 40.4%가 減少되었으며, 開花期 水分 不足 處理時 23.8%, 根莖肥大期 水分不足 處理時 19.5%가 減少되어 幼植物期 수분부족 처리 시 감소가 가장 심하였다. 이와 같은 결과는 토양

Table 1. Effect of water stress treatment at different growth stage on growth and yield of *Ligusticum chuanxiong*.

Treatment stage	Chlorophyll content (mg/g)	Leaf dry weight (g/m ²)	Stem dry weight (g/m ²)	Rhizome		Rootlet	
				Yield (g/m ²)	Index ¹	Yield (g/m ²)	Index ¹
Seedling	1.81	180	410	270	81.8	180	59.6
Flowering	1.77	193	440	272	82.4	230	76.2
Rhizome enlargement	1.28	105	605	267	80.9	243	80.5
Control	1.86	255	693	330	100	302	100
LSD (5%)	0.14	5.75	15.59	47.48		63.0	

¹: Percentage of control.

수분이 부족할 경우 收量이 減少된다는 報告^{4, 9, 10)}와 같은 경향이었고, 작물의 생육은 수분과 양분에 대한 函數 관계로 볼 수 있으며, 수분과 양분은 降雨과 토양에서 天然의으로 공급되고 있으나 最大生育을 하기에는 不足한 量으로 人爲的으로 補充되고 있다. 수분부족 처리시 수확기까지 흡수한 식물체 전체의 양분흡수량은 대조구(질소 19.8g/m², 인산 9.6g/m², 칼리 23.7g/m²)에 비해 幼植物期 수분부족 처리시는 질소, 인산 및 칼리 흡수량이 각각 33.8%, 33.3% 및 19.1%가 감소되었으며, 開花期 수분부족 처리시는 22.7, 32.3, 23.2%가 감소되었고, 根莖肥大期 수분부족 처리시는 27.3, 22.9, 9.7%가 감소되어 수량과 품질의 저하 원인이 되므로 적절한 관수대책과 균형시비가 필요하다고 생각된다.

3. 品質에 미치는 影響

外觀上 品質에 미치는 根莖의 個體當 무게별 분포 비율은 生根莖重 20g 以下의 下品率의 경우 대조구에 비해 幼植物期 水分不足 處理時 2.3倍, 開花期 水分不足 處理時 2.8倍, 根莖肥大期 水分不足 處理時 3.3倍로 증가되었다(表 2). 生根莖重 20g 以上의 上品率은 幼植物期 水分不足 處理時 85.0%, 開花期 水分不足 處理時 81.7%, 根莖肥大期 水分不足 處理時 78.3%를 보여 對照區 93.4%에 비하여 根莖肥大期 水分不足 處理時에 商品性이 가장 低下되어(表 2) 根莖肥大期 水分不足 處理時 가장 큰 피해를 받는 것으로 나타났다.

엑스함량은 幼植物期 水分不足 處理時 5.7%로 가장 낮았으며, 開花期와 根莖肥大期 水分不足 處理時

Table 2. Changes of commercial quality grade by water stress tretment at various growth stage.

Treatment stage	Distribution of fresh rhizome weight/plant (%)					Extract content (%)
	< 20g	20-40g	40-60g	60g <	Total	
Seedling	15.0	47.5	30.0	7.5	100	5.7
Flowering	18.3	41.7	33.3	6.7	100	6.1
Rhizome enlargement	21.7	51.6	25.0	1.7	100	6.6
Control	6.6	31.6	45.0	16.8	100	7.8
LSD (5%)	ns	12.82	ns	ns		0.73

에도 대조구에 비해 현저히 낮은 경향으로 高度의 유의성이 인정되어 토착군은 생육기의 모든 단계에서 水分不足障碍를 받으면 엑스함량이 낮아 지는 경향이였다.

4. 土川芎의 주요 형질간 相互關係

生育形質, 收量 및 品質과의 相互關係는 표 3에서와 같이, 葉綠素含量은 葉乾物重과 正의 相關을 보였으며, 줄기 乾物重은 엑스함량과 高度의 正의 相關을 보였다. 根莖의 收量 및 엑스함량은 細根의 收量과 高度의 正의 相關을 보였다. 이와

같이 줄기의 乾物重이 많아야 細根의 收量이 증가하면서 엑스함량이 높아지고, 또한 細根의 收量이 많아야 根莖의 收量이 증가됨을 알 수 있었다.

이상과 같이 土川芎의 收量과 品質을 向上시키기 위해서는 생육기간중 수분부족 현상이 나타나지 않도록 하는 체계적인 灌水 對策이 필요하며, 특히 우리나라의 氣象條件은 7~8월의 여름에 降雨가 偏重되어 있어 봄과 가을에는 旱魃 頻度가 50~90%에 달하고 있는 것으로 볼 때 根莖肥大期와 幼植物期の 土壤水分 管理가 收量과 品質을 향상시키는 데 가장 중요한 시기라 판단되었다.

Table 3. Correlation coefficients among plant components.

Plant component	Chlorophyll content	Leaf dry weight	Stem dry weight	Yield	
				Rhizome	Rootlet
Leaf dry weight	0.601*				
Stem dry weight	-0.151	0.418			
Rhizome	0.342	0.545	0.437		
Rootlet	-0.018	0.462	0.705*	0.767**	
Extract content	0.080	0.477	0.862**	0.574	0.731**

*, ** : Significant at the 5% and 1% probability levels.

摘 要

土壤水分 不足이 土川芎 (*Ligusticum chuanxiong* Hort.) 의 收量 및 品質에 미치는 영향을 알아 보고자 비가림 비닐하우스를 이용하여 우리나라 氣象 條件上 旱魃이 자주 발생하는 幼植物期, 開花期 및 根莖肥大기에 土壤水分 不足을 유발시킨 처리구와 全 생육기간동안 포장용수량 수준으로 관수를 하여준 대조구를 두어 시험을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 根莖의 收量은 대조구에 비해 根莖肥大기 水分不足 處理時 19.1%, 幼植物期 水分不足 處理時 18.2%, 開花期 水分不足 處理時 17.6%가 各各 減少되어 根莖肥大기 水分不足 處理時 減少程度가 가장 컸다.

2. 商品率(生根莖 20g以上 比率)은 幼植物期 水分不足 處理時 85.0%, 開花期 水分不足 處理時 81.7%, 根莖肥大기 水分不足 處理時 78.3%, 對照區 93.4%로 根莖肥大기 水分不足 處理時 가장 낮았으며, 엑스 함량은 對照區 > 根莖肥大기 > 開花期 > 幼植物期 水分不足 處理의 순으로 높았다.

3. 根莖의 收量은 細根의 收量과 유의적인 相關關係가 있었으며, 엑스함량은 줄기의 乾物重 및 細根收量과 유의성 있는 相關關係가 인정되었다.

引用 文 獻

1. Asana, R. D., A. D. Saint, and D. Ray. 1958. Studies in physiological analysis of

yield. III. The rate of grain development in wheat in relation to photosynthetic surface and soil moisture. *Physiol. Plant.* 11 : 655-665.

2. Aspinall, D. 1965. The effects of soil moisture stress on the growth of barley. II. Grain growth. *Aust. J. Agric. Res.* 16 : 265-275.
3. 作物試驗場. 1989. 藥用作物試驗研究調查基準. 5-13 p.
4. Choi, W. Y., and Y. J. Kim. 1979. Studies on the effects of water stress at seedling stage on the accumulation of free proline and the growth in barley and wheat. *Rural Develop. Review.* 14 : 109-114.
5. 정영상, 정두호, 임정남. 1981. 園藝作物 灌溉實態調查. 試驗研究報告書(農業技術研究所, 化學部篇) : 282-295 p.
6. Donahue, R. L., R. W. Miller, and J. C. Shickluna. 1983. *Soils-An introduction to soils and plant growth.* Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 46-207p.
7. Doss, B. D., R. W. Pearson, and H. T. Rogers. 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. *Agron. J.* 66 : 297-299.
8. Fischer, R. A. 1973. The effect of water stress at various stages of development on yield processes in wheat. In *Plant Response*

- to Climatic Factors (R. O. Slatyer, ed.), UNESCO, Paris. 233-241 p.
9. Gates, C. T. 1968. Water deficits and growth of herbaceous plants. In : Water deficits and plant growth. (T. T. Kozlowski, ed.), II. Academic Press, New York and London. 135-190 p.
 10. 河龍雄, 柳龍煥, 延圭復, 金奭東. 1983. 麥類登熟 向上에 관한 研究. 第2報, 溫度 및 土壤水分 差異가 小麥의 生育 및 登熟에 미치는 影響. 韓作誌 18(4) : 439-444.
 11. Huang C. Y. Js Boyer, Ln Vanderhoeff. 1975. Limitation of acetylene reduction (Nitrogen fixation) by photosynthesis of soybean having low water potentials. *Plant Physiol.* 56 : 228-232.
 12. Iljin. W.S. 1957. Drought resistance in plants and physiological processes. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 8 : 257-274.
 13. 지형준, 이상인. 1988. 大韓藥典外 한약(生藥) 규격집 주해서. 한국메디칼인덱스사. 611-612 p.
 14. 金忠國, 姜炳華, 高文煥, 鄭東熙, 徐鐘許. 1996. 토양수분 부족이 토착궁의 생육에 미치는 영향. 약작지 4(4) : 301-307.
 15. 김상철, 정호근, 김동희. 1991. 농축산물 수입 개방화 대응연구. 농업경영 연구사업 보고서. 163-170 p.
 16. 李鍾喆. 1995. 土壤水分이 韓國産 귀오즘풀의 生育에 미치는 影響. 藥作誌. 3(2) : 81-83.
 17. 農村振興廳. 1991. 농업경영 개선을 위한 91농축산물 표준소득. 9-11 p.
 18. _____, 1995. 94 旱魃과 高溫障害 分析 報告書. 229 p.
 19. Shaw, R. H. and D. R. Laing. 1966. Moisture stress and plant response. 73-94 p. In : Plant environment and efficient water use. ed. Pierre, W. H. et al. ASA and SSSA. Madison, Wisconsin.
 20. Sionit, N., and P. J. Kramer. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.* 69 : 274-278.
 21. Sionit, N., I. D. Teare, and P. J. Kramer. 1980. Effects of repeated application of water stress on water status and growth of wheat. *Physiol Plant.* 50 : 11-15.
 22. Wardlaw, I. F. 1967. The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth. I. Effect during grain development in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.* 20 : 25-39.
 23. 柳順昊. 1973. 밭土壤의 物理性과 水分 問題. 韓國土壤肥料學會誌. 6 : 61-65.
 24. 유인수. 1987. 밭 土壤 管理와 施肥. 가리研究會. 253 p.