

인공구조물에 의하여 조성된 분지에서의 국지기상과 감나무 내한성의 변화

유기표¹, 최동근^{2*}, 임지혜², 서병선³, 송주희³

¹전북대학교 건축공학과, ²전북대학교 원예학과, ³장수군농업기술센터

Changes of Local Climate and Cold Resistance of Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) in Basin Made by Artificial Structures

K. P. You¹, D. G. Choi^{2*}, J.H. Lim², B. S. Seo³, J. H. Song³

¹Department of Architecture, Chonhuk National University

²Department of Horticulture, Chonhuk National University

³Jangsu Agricultural Technology Center

(Correspondence: choidg61@jbnu.ac.kr)

1. 서 언

과수는 영년생 작물이므로 한 번 심으면 그 자리에서 경제적 수명이 끝날 때 까지 자라게 되므로 적지적작이 매우 중요하며, 과실의 품질과 수량에 영향을 주는 환경요소는 기후적 요소, 토양적 요소, 생물적 요소, 경제적 요소 등으로 구분할 수 있는데 그중에서도 과수재배의 적지를 결정하는 가장 중요한 것은 기후적 요소이다(Kang *et al.*, 2004).

불규칙적인 지표면으로 수광량이 달라지며, 토성과 토양수분함량의 차이로 가열과 냉각특성이 다르기 때문에 토양의 온도는 변화되고, 변화된 온도는 국지기상의 발현에 영향을 미친다. 기상재해와 관련된 요인에는 온도, 강수, 바람, 일조, 폭설, 우박 등이 있는데 본 연구에서는 인공구조물에 의하여 분지형태로 변형된 지형에서 나타나는 바람과 온도 특성을 조사하고 주변의 감나무에서 나타나는 증상을 조사하며 국지기상변화와 과수 내한성과의 관계를 구명하여 분지에서 나타날 수 있는 기상재해를 최소화하기 위한 대책수립의 기초자료를 제공하기 위하여 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 관측지형의 특성

관측지형은 해발 42.6m~60.7m의 범위에 있는 지형으로 벼, 밭작물, 그리고 과수를 재배하던 곳이었으나 도로 개설을 위하여 흙을 쌓아 지형의 변화가 발생한 곳이다. 해발 42.6m에는 조사지형의 최저부로 논으로 이용하고 있으며, 최저부에서 해발56.3m정도까지 성토하였으며 도로를 개설하고 도로 주변 목장의 소음방지를 위하여 방음벽이 설치되어있다. 성토와 방음벽설치로 조사지역은 분지의 형태를 지형이 바뀌어 있다(Fig. 1).

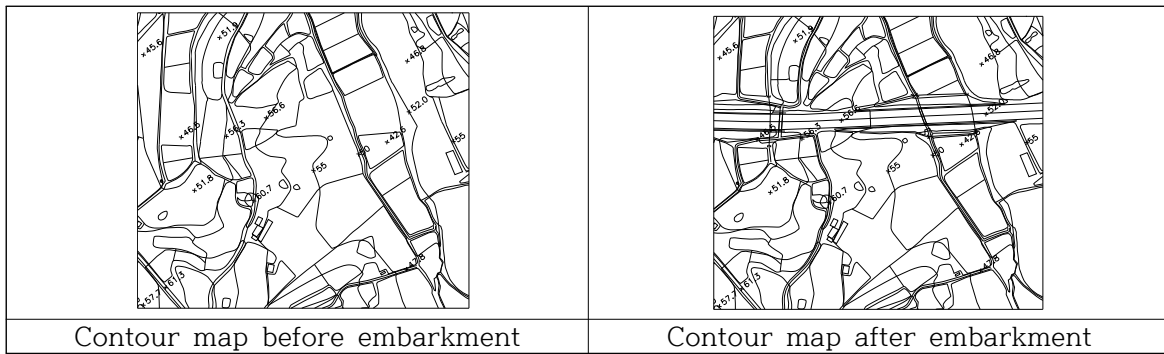


Fig. 1. Contour map of the investigated area before and after embankment.

2.2 국지기상 측정

고속도로 주변의 성토지역에 대한 기류흐름평가를 위하여 성토지역을 중심으로 직경 550m 축소 모형을 만들어 성토 전과 후의 과수농가지역의 주변의 기류흐름을 관측하였다. 공사구간의 성토 전후에 풍속흐름의 크기를 상대적인 풍속 벡터 크기로 알아보기 위하여 입자 영상 유속계(PIV-particle image velocimetry)장치를 이용하여 풍속장의 속도분포 및 바람의 형상을 해석하였다. 성토 전후의 주변지역 풍속변화에 따른 풍속크기 변화를 알아보기 위해 다점풍속계를 사용하여 풍속측정을 수행하였다. 이는 성토로 만들어진 분지 주변의 기류 정체현상을 알아보기 위하여 성토벽 높이에서 일정한 풍속(기본풍속)이 불어올 때 성토 전후의 분지 주변 풍속의 변화를 알아보기 위한 실험이다. 성토 주변에 설치되어진 다점풍속계(System 6242 Model 1560, Kanomax, Japan)는 무지향성의 풍속센서로서 풍속의 크기를 측정한다. 조사지역의 온도를 측정하기 위하여 이동형온도기록계(HOBO Pro v2 logger, Onset Computer Corporation, USA)를 해발고도를 다르게 하여 5분 간격으로 기록하도록 조정하였다. 온도기록계는 최저부는 분지의 가장 낮은 곳에 위치하고, 중간지점은 눈에서부터 7m정도의 고도에 설치하였고, 분지의 높은 지점은 눈에서부터 12.5m 정도 되는 고도에 설치하였다.

2.3 시험수 선정 및 내한성 조사

분지형태로 되어있는 조사지역에는 성과기에 도달한 감나무(‘대봉’/실생)가 재식거리 4.5m×3.0m로 심어져 있으며, 최저부인 눈에서 2.5m높이부터 분지의 가장 높은 13.0m까지 재식되어 있다. 토성은 식양토로 감나무 재배에 양호한 토양이었으며 과원방향은 동북향, 재식거리는 동남방향이었고, 수형은 주간형과 변칙주간형으로 관리되고 있다.

분지형태의 조사지역에서 낮은 곳에 재식된 감나무와 높은 곳에 재식된 나무를 선정하여 시험수로 이용하였고, 중간부는 국지기상을 측정했던 7m 정도의 고도에서 시험수를 선정하여 내한성을 조사하였다.

내한성은 주간의 굵은 가지와 신초, 그리고 눈으로 나누어 조사하였으며, 세포의 활력을 측정하기 위하여 조직절편에 TTC(2,3,5-triphenyltetrazolium chloride)용액에 2시간 반응시키면 환원력에 의하여 활력이 있는 부위는 적색으로 착색되는 정도로 저온피해 정도를 계수화하였다.

3. 결과

3.1 국지기상 변화

입자 영상 유속계(PIV)는 평면광 레이저에 산란하는 파티클을 추적하여 평면상에서 속도장을 얻어 내는 유속 측정 방법이다. 풍동내 측정지점에서 낮은 풍속을 유지하도록 하면서 카메라를 이용하여 100Captures의 이미지를 획득하여 평균속도장을 구하였다. Fig. 2는 성토 전과 후의 속도장을 나타내고 있다. 측정이미지에 대한 후처리 과정을 통한 분석이미지에서 풍속은 상대적인 속도이며 속도는 색깔로 나타내고 있다. 풍속의 크기는 빨간색 계열>노란색 계열>파란색 계열로 나타나게 된다.

관측 지역 중 분지의 최저부를 지나는 구간에 설치된 부분은 다른 구간에 비해 지형적인 변화가 커서 속도장의 변화가 크게 나타나고 있는 것을 확인할 수 있었다. 전체적으로 성토 전에 주변 기류속도장이 빨간색영역으로 나타나고 있다가 성토 후에 파란색영역으로 바뀌고 있는 것을 확인할 수 있었다.

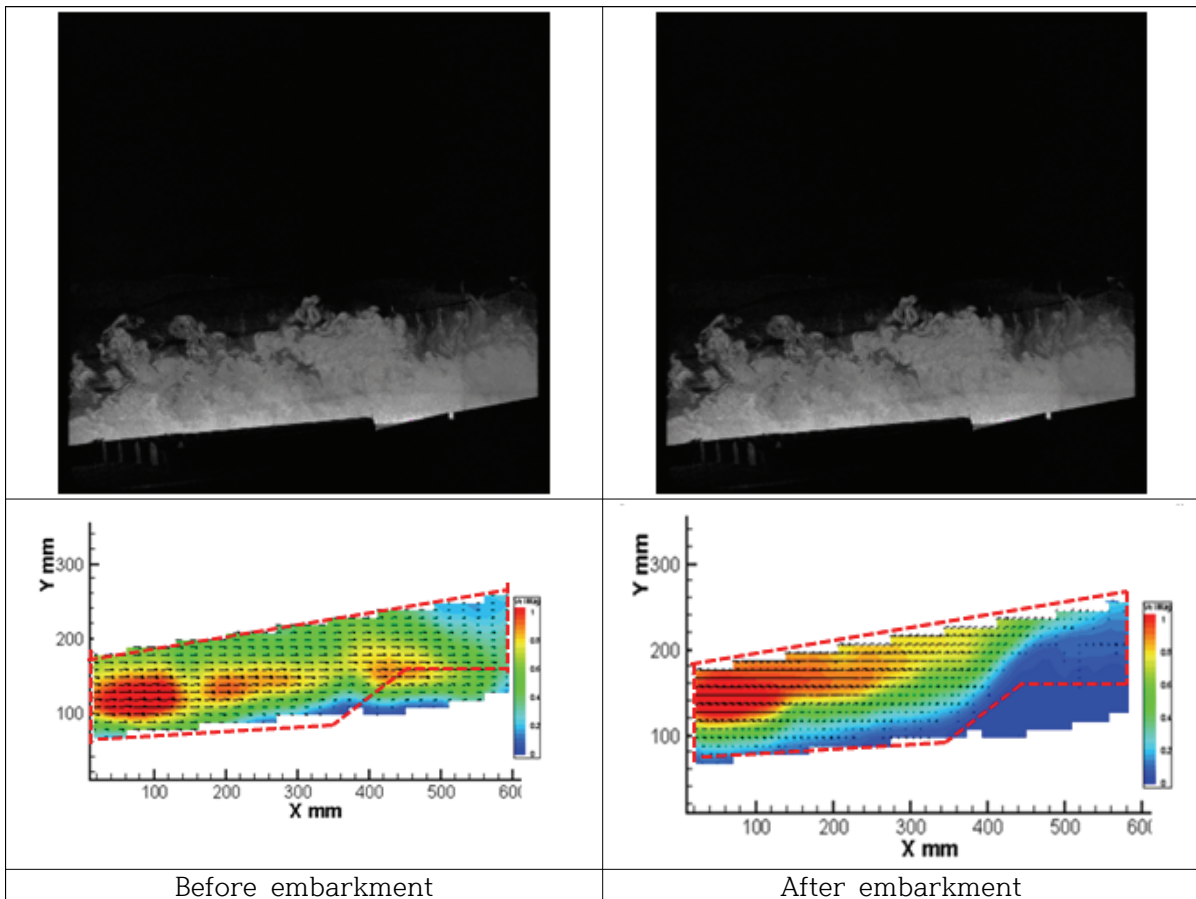


Fig. 2. Particle image (PI) of the study area before and after embankment.

지면에서부터 높이별 온도분포는 Fig. 2와 같이 비가 오고 구름이 있는 날에는 복사량이 적어 높이별 온도편차가 크지 않았으나 맑은 날에는 높이별 온도편차가 크게 나타났다. 관측지역의 실측치에서 청명한 날의 야간온도는 고도가 낮은 곳의 온도가 높

은 곳보다 5.2°C까지 낮게 나타났으며, 반대로 주간에는 8.5°C까지 높게 나타났으나(Fig. 2), 강우일에는 높은 곳과 낮은 곳의 온도차이가 주.야간 모두 1°C 미만으로 미약하였다.

이와 같이 역전현상이 발생한 이유는 성도에 의하여 만들어진 분지형태가 기류의 흐름을 방해하기 때문으로 생각된다. 지구표면이 더워지는 것은 태양으로부터 오는 복사, 즉 태양복사 때문이고, 반대로 지구표면이 냉각되는 것은 야간에 공중을 향하여 복사되는 야간복사 때문이다. 그러므로 복사는 지구상의 기상을 지배하는 근본적인 에너지원이라고 할 수 있다. 밤에는 지면으로부터 공중으로 향하여 방열되는데, 이와 같은 현상을 지면복사라고 한다. 지면복사의 일부는 대기에 흡수되었다가 다시 대기로부터 지면을 향하여 복사되는데, 이와 같은 현상을 역복사라고 한다. 지면으로부터의 복사에서 역복사를 뺀 것이 야간복사 또는 실효복사이다(Kim, 1988). 그러므로 낮에는 분지 아래 부분의 온도가 높고 밤에는 아래 부분의 온도가 낮아지며, 태양복사가 적은 흐린 날에는 그 차이가 적어진다고 생각된다.

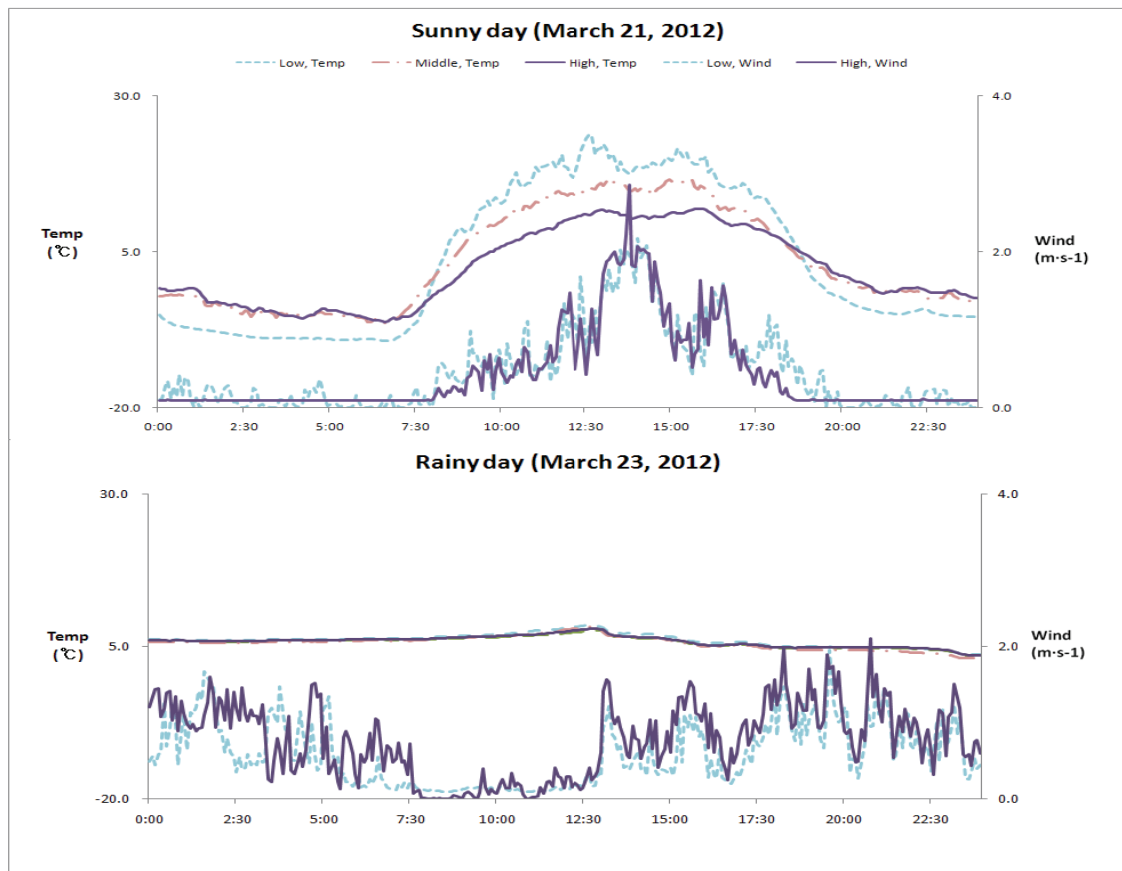


Fig. 3. Diurnal variation of wind speed and temperature of rainy day and sunny day in the basin.

공기의 이동은 공기층의 온도차에 의하여 생기며 이것을 바람이라고 한다. 지표면 부근의 바람은 자주 강해졌다 약해졌다 하는 것이 보통이다. 이러한 현상은 바람의 숨(gustiness)이라고 한다. 바람의 숨이 일어나는 원인으로는 지표면이 불규칙한 모양을 하고 있기 때문에 조그마한 소용돌이가 많이 생기는 것과 지면이 가열되기 때문에 지면

부근의 기층이 불안정하게 되어 대류가 생기는 것 등을 생각할 수 있다. 실측값에서도 높은 곳의 바람이 전반적으로 높으나 때에 따라서는 낮은 곳에서 강한 바람이 관측되기도 하였다(Fig. 3).

3.2 감나무의 내한성

TTC검정에 의한 저온피해 정도는 Fig. 4와 같이 저온피해를 받지 않은 정상 가지와 휴면아는 붉은색으로 착색되었으나 저온피해를 받아 고사한 가지와 눈은 붉은색으로 나타나지 않았다.



Fig 4. Color reaction of shoot and dormant bud of persimmon by TTC (2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride) test.

분지 내의 높이별 감나무 저온피해정도는 Table 1과 같이 낮은 곳의 감나무는 피해가 없었으나 중간부에서는 낮은 곳으로 갈수록 피해가 심해졌고, 줄기보다 정아에서 많은 피해가 관찰되었으며, 낮은 곳의 주아는 대부분 고사하고 부아가 일부 살아있었다. 동해(凍害, freezing injury)는 영하의 저온에서 일어나는 장애이다. 영하의 온도에서는 세포 내에 결빙이 생겨 조직이 파괴되면서 나타나는데, 과수의 내한성은 종류와 생장주기에 따라 다르며 같은 휴면기간에서도 그 시기에 따라 다르다. 즉, 휴면초기에는 약하고 휴면중기에는 대단히 강하며 휴면후기인 이른 봄에는 약해진다. 또한 과수의 내한성은 기온의 하강속도, 나무의 영양상태 등에 따라서도 다르다. 나무가 건전한 발육을 할 경우에는 내한성이 강하지만 수체 내 저장양분의 축적이 적을 경우에는 내한성이 약하다. 그러므로 이에 대한 구체적인 연구가 지속적으로 필요하다.

Table 1. Prevalence of cold damage appearing in the dormant stem of Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.).

| Location within the basin | Trunk | Shoot | Terminal bud | Main bud | Sub bud |
|---------------------------|----------------|-------|--------------|----------|---------|
| Lower | 9 ^z | 9 | 9 | 9 | 4 |
| Middle-1 | 7 | 7 | 9 | 9 | 3 |
| Middle-1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| Higher | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

* ^z means the prevalence of cold damage ; 9-seriously, 0-no damage.

인용문헌

Kang, S. M., D. I. Kim, M. S. Kim, W. S. Kim, T. C. Kim, D. K. Moon, J. M. Park, S. Y. Sin, S. D. Oh, Y. S. You, Y. J. Lim, H. I. Jang, and D. G. Choi, 2004: Fruit tree physiology in relatio to temperature. ISBN 89-955051-0-9 03480. Gilmogeum.

Kim, K. S., 1988: Agricultural Meteorology. Hyang-Moon Sa