

고온과 차광에 따른 벼의 미성숙립 예측 모델 구축

서범석, 이변우*

서울대학교 식물생산과학부

Modeling of Un-ripened Grain under High Temperature and Shading Condition

B. S. Seo, and B. W. Lee¹⁰⁾

Department of Plant Science, Seoul National University, Seoul, Korea

I. 서 언

대기온도 상승은 벼의 최종 수량에 영향을 미칠 것으로 예상되며 특히, 생식생장기의 고온은 영양생장기의 고온보다 벼의 수량에 더욱 민감한 영향을 줄 것이라 예상이 된다. 생식생장기의 고온은 주로 임실과정이나 등숙과정 피해를 주어서 수량에 부정적인 영향을 끼칠 것으로 예상이 된다. 벼의 임실에 대한 고온 스트레스의 피해는 개화시간의 고온에 민감한 영향을 받는다고 알려져 있으며 이러한 반응은 온도 반응 곡선을 이용하면 알 수 있을 것이다. 하지만 등숙 과정에 영향은 식물체의 영양 상태, 등숙기간 내 광합성의 능력 그리고 수용부의 온도반응 등 여러 가지 측면을 한꺼번에 같이 고려를 해야 하므로 직관적 예상이 어렵다. 그러므로 벼의 등숙과정을 모델화 하면 온도와 그 외의 요소들을 복합적으로 이해 할 수 있어 유리하며 향후 작물 모델에도 모듈화를 통해서 삽입을 하면 작물모델의 향상에도 기여 할 수 있을 것이다.

이 연구의 목적은 온실실험과 문헌연구를 통해서 얻어진 결과를 이용하여서 미등숙립의 비율을 예측하는 모델을 구축을 하는데 있다.

II. 재료 및 방법

2.1. 온도 및 차광 처리 실험

본 실험은 2014년 서울대학교 부속농장 온도조절 하우스에서 오대벼(조생종)와 화성벼(중생종)를 이용하여 수행을 하였다. 외기온(ambient temperature, AT)온실에서 출수 전까지 1/5000a 와 그너포트에 1주 3분으로 이식하여 재배를 하였다. 그리고 출수 후에 외기온(AT) 온실, 그리고 목표 온도를 외기온 보다 각각 1.5, 3, 5°C 높게 조절되는 온실들로 이동을 하여서 재배를 하였

10) Correspondence to : leebw@snu.ac.kr

으며 온실 당 개체의 절반은 약 50% 차광이 되는 차광막을 이용하여 차광처리를 하였다. 미성숙립은 수정된 영화 중 비중이 1.06 이하인 알곡으로 정의를 하였다.

2.2. 모델의 설명

위의 관찰의 결과와 문헌의 조사를 통하여 미성숙립률 예측 모델을 구성하였다. 알곡 잠재성장률은 온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보인다. 이러한 알곡의 잠재성장률 증가를 광합성과 저장산물로 구성된 공급부(source)의 능력이 충분히 보상을 하지 못할 때 미성숙미가 발생하는 것으로 가정 하여 모델을 구성하였다. 수용부(sink)의 활력은 알곡의 잠재성장률은 곡선을 통해 표현되는데 기존 문헌의 알곡 잠재성장곡선 식에 알곡의 생장이 온도와 영화의 위치에 따라 다르게 반응을 사실을 추가하여 아래와 같이 표현하였다.

$$Grain\ Weight(dah, Gdd) = \frac{a}{1 + e^{\frac{Gdd - (c + c_1 \times dah)}{b + b_1 \times dah}}} \quad (1)$$

※(a : 알곡의 최대 무게 b, c 알곡의 성장기간과 성장속도에 관련된 계수 b₁, c₁ 는 강세영화와 약세영화를 구분하여 계산하기 위한 계수, Gdd : Growth degree day)

이렇게 표현된 알곡 잠재 성장을 영화 개화분포의 식과 곱하여 이삭 내 개화일별 알곡들의 성장을 계산 하였다.

공급부의 역할을 하는 것은 일일 광합성과 저장산물이라고 생각 할 수 있는데 저장산물의 경우는 일정한 공급량을 유지시키는 완충 작용의 역할을 하게 설계 하였으며 온도, 일사, 잎의 노화 등이 영향을 미치는 일일 광합성은 일정 이상에서 공급부의 세기를 결정을 하는 요인으로 설계 하였다.

겉질로 둘러싸여 있는 알곡의 특성으로 최종 부피의 변화가 크지 않다고 가정하면 무게의 변화가 비중을 주로 결정한다고 생각하여 모델에서는 등숙 후 일정 이상의 무게가 되지 못한 이삭을 미성숙미로 판별하였다.

III. 결 과

위의 온도처리 및 차광처리 실험 결과를 이용하여 모델의 파라미터를 simplex 방법을 이용하여 추정 하였다. 그리고 그 값을 이용하여 구동을 하였을 때 아래에서(Fig. 1.) 보는 것과 같이 실험 처리 실험의 평균간 차이를 잘 모사 하였다. 하지만 처리 내 이삭별 관찰 값의 변이

를 세세하게 모사하는 데는 한계가 있었다.

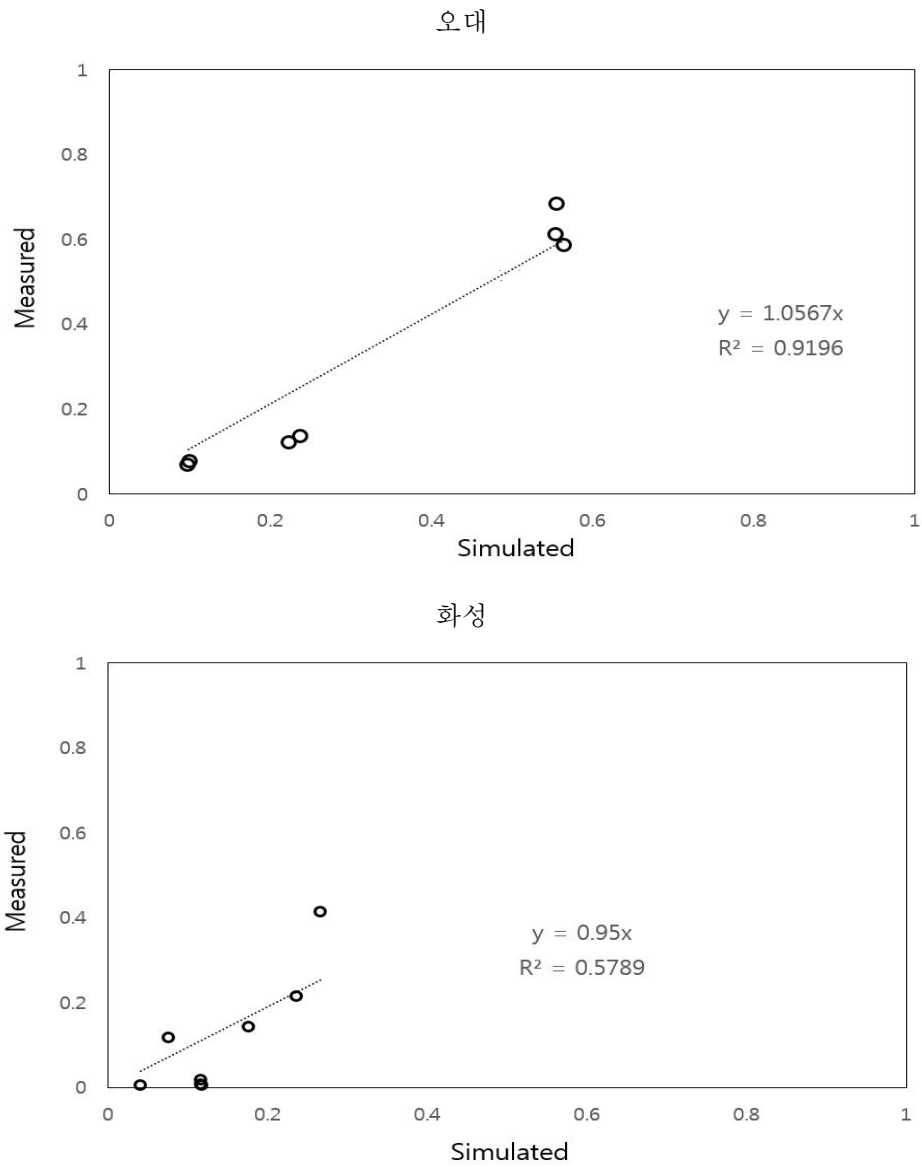


Fig. 1. 오대와 화성의 미등속립물의 모델 추정값과 관찰 값 비교.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 :PJ010107012015)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌

- Kim, J.-H., 2010 Modeling the effects of temperature, solar radiation and leaf senescence on grain filling of rice. Department of plant science, The graduate school of Seoul national university.
- Lee, C. K., D. S. Kim, Y. U. Kwon, J. E. Lee, J. H. Seo, and B. W. Lee, 2009: The effect of temperature and radiation on grain weight and grain nitrogen content in rice. *Kor. J. Crop. Sci.* **54**, 36-44
- Nguyen, D. N., K. J. Lee, D. I. Kim, N. T. Anh, and B. W. Lee, 2014: Modeling and validation of high-temperature induced spikelet sterility in rice. *Field Crops Research*, 156