

서해안 강설 모의에 얼음 입자의 형태가 미치는 영향

이성대¹, 진한결^{1,2}

¹부산대학교 지구환경시스템학부 대기과학전공

²부산대학교 대기환경과학과

겨울철 서해 상에서 한기 장출에 의해 발생하는 대류운에서는 얼음 입자의 미세물리 과정이 활발하게 일어난다. 얼음 입자의 미세물리 과정은 얼음 입자의 형태에 따라 크게 달라질 수 있으나, 대부분의 구름 미세물리 방안에서는 얼음 입자의 형태의 다양성이 고려되지 않고, 이는 서해안 강설에 대한 수치 예측의 불확실성에 기여하는 요소 중 하나이다. 본 연구에서는 WRF(Weather Research and Forecasting)모델의 구름 미세물리 방안 중 하나인 P3(Predicted Particle Properties) 방안의 얼음 입자 형태를 판상형, 기둥형, 텐드라이트형 등으로 교체하여 서해안 강설 사례에 대한 민감도 실험을 수행하고, 얼음 입자의 형태가 서해안 강설에 미치는 영향과 그 기작을 조사하였다. 각 얼음 입자의 형태를 표현하기 위한 질량-지름 관계식, 단면적-지름 관계식은 부착(aggregation) 모델링을 통해 다양한 형태의 얼음 입자의 속성을 조사한 이전 연구의 결과를 따랐으며, 그 외 입자의 성장 과정은 P3 방안의 방법을 그대로 따랐다. WRF 모델을 이용한 사례 실험 결과, 얼음 입자 형태를 텐드라이트형으로 가정하였을 때 지표 누적 강설량이 해상, 육지 모두에서 가장 높게 나타났으며, 이는 기둥형으로 가정하였을 때 반대로 가장 낮게 나타났다. 특히, 서해안(육지)의 지표 누적 강설량은 얼음 입자 형태에 따라 최대 25% 차이를 보였으며, 해상의 강설량에 비해 얼음 입자 형태에 대한 민감도가 더 높게 나타났다. 텐드라이트형 얼음 입자 형태를 가정한 실험에서는 타 실험에 비해 구름 물방울로부터 얼음 입자로의 변환이 더 효율적으로 일어나 강설량이 높게 나타났는데, 이 실험에서 구름 내 상대 습도가 확연히 낮게 나타난 것으로 보아 베르게론 과정이 더 활발하게 일어난 것이 이에 대한 주 원인으로 보인다. 이로 인해 텐드라이트형 입자 형태 실험에서는 구름 물방울의 양이 가장 적었으며, 그에 따라 물방울 결착(riming) 과정으로 인한 얼음 입자의 성장은 가장 더디게 나타났다. 입자 형태 및 낮은 결착 비율(rime fraction)로 인해 텐드라이트형 입자 형태 실험에서는 얼음 입자의 낙하 속도가 타 실험에 비해 낮게 나타났고, 이는 낙하하는 얼음 입자의 수평 이류를 강화시켜 텐드라이트형 입자 형태 가정이 서해안의 강설량을 해상 강설량에 비해 더 효과적으로 증가시키는 데 기여하였다. 본 연구 결과는 서해안 강설 예측의 정확도를 높이기 위해서는 수치 모델에서 얼음 입자 형태를 현실적으로 고려하는 것이 필요하다는 점을 시사한다.

Key words: 강설, 얼음 입자 형태, 구름 미세물리, 서해안