

중규모기상모델에 의한 산악지역의 국지기상모사

이종범, 김재철
강원대학교 환경과학과

Numerical simulation of wind field over complex terrain using a mesoscale meteorological model

Chong Bum Lee, and Jae Chul Kim

Department of Environmental Science, Kangwon National University, Chunchon 200-701,
Korea

1. 서론

산악지역에서의 기상정보는 산림관리와 산불예방, 집중호우와 같은 기상재해대책, 고랭지 농산물의 냉해 저감대책, 휴식을 위한 레저활동등에 긴요하게 활용된다. 그러나 기상청에서 일상적으로 측정되는 기상자료는 유인 기상대는 76개소에 불과하며 무인 기상관측소(AWS) 540개소를 포함하여도 관측지점간의 거리는 약 20km내외로서 복잡한 지형하에서는 국지기상현상을 기상청의 기상측정자료만으로 파악하기에는 무리이다.

특히 산과 계곡 및 해안선으로 이루어진 강원도의 산악지역은 매우 복잡한 지형으로서 지역에 따라 기상요소의 차이가 크다. 국지기상형성에 미치는 지형요인은 해발고도, 분지형태, 산사면의 방위 및 경사도, 해안선의 형태 등이며 이러한 지형요인은 국지적으로 가열 및 냉각의 차이를 초래하여 산곡풍, 해륙풍, 사면온난대, 사면냉기류, 냉기호 등의 특이한 기상현상을 형성하기도 하며, 지형을 따른 기류의 활승효과로 집중호우나 췌현상 등을 유발하기도 한다.

이와 같은 현상들은 수평적인 규모가 수km 이내의 국지적인 현상이므로 현재 기상청에서 일기예보용으로 사용하는 격자의 해상도가 30km와 10km인 수치모델 결과로는 기상의 지역차이가 큰 산악지역에 적합한 기상정보나 예보를 기대하기가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 기상모델의 격자해상도를 높여서 1km 내외의 격자로 모델을 실행하여 국지기상을 모사하고 평가하였다.

기상모델 영역은 해발 100여 미터의 낮은 계곡 또는 분지지역과 이를 둘러싸고 있는 해발 1000미터가 넘는 높은 산악지역으로 이루어져서 매우 복잡한 지세를 나타내고 있는 화천지역을 대상으로 하였다.

2. 기상모델 모사 방법

중규모 기상모델인 MM5(Mesoscale Modeling System) version 3를 이용하여 지형과 기온, 바람장의 변화를 살펴보았다. MM5 모델은 현재 기상청에서 날씨예보에 사용하는 수치시물레이션 모델로서 3차원 공간장에 대하여 기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 강수량 등이 매시간 계산된다.

본연구에서는 기상청에서 아시아지역에 대하여 30km 격자로 계산한 결과를 이용하여 등지화 기법으로 더욱 세밀한 10km, 3.3km, 1.1km 격자로 MM5 모델을 실행하였다. 격자 해상도를 높이기 위하여 지형고도자료와 토지이용도 자료는 환경부에서 작성한 3초(3 second)자료를 이용하였다. 각도로 3초이므로 수평거리는 대략 90m간격의 자료이다. 기상청의 수치예보모델에서 사용하는 연직좌표는 33층이며 최하층은 지표에서 약 80m로서 국지기상을 모사하기에는 너무 높은편이다. 따라서 본연구에서는 최하층을 3개층으로 세분하였으며 그 중 최하층은 지표에서 16.5m 까지이다.

모델링 대상일은 2004년 6월 1일부터 6월 12일 까지이며 이 기간 중에서 맑고 기온이 높았던 날(6월 3일)과 흐린날(6월 8일)의 오전 6시와 오후3시의 결과로 지형에 따른 기상특징을 분석하였다.

3. 대상지역의 지형 특징

화천군은 그림 1에 보인 바와 같이 면적의 86.2%가 산지로 형성된 산악지대로서 서부에는 광주산맥이 북동에서 남서로 뻗어있고 동부는 태백산맥의 지맥들이 험준한 고산지대를 이루면서 불규칙하게 분포되어 있다. 산사면은 급경사지가 대부분이며, 특히 표고 1,000m가 넘거나 내외의 고산들이 곳곳에 분포하면서 산악분지를 형성하고 예리한 산릉을 보여주는 곳이 많다.

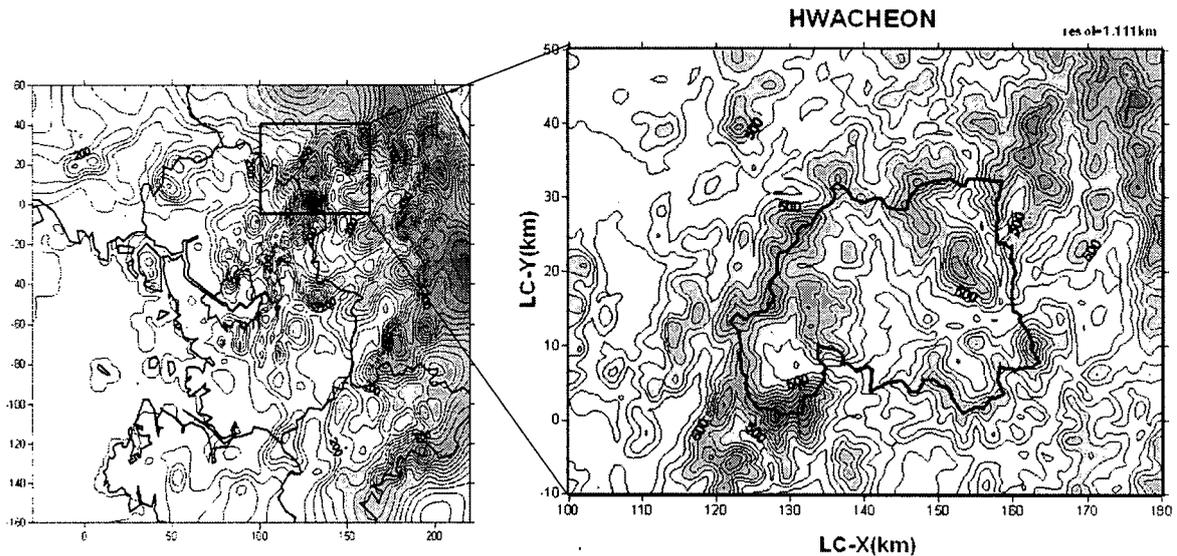


그림 1. 기상모델의 대상영역인 화천군과 주변의 지형.

4. 기온

그림 2는 맑은날 화천지역의 아침 최저기온이 나타나는 6시와 낮 최고기온이 나타나는 오후 15시의 기온변화를 나타내었다. 최고기온이 나타나는 15시경에는 기온의 건조단열 감율현상으로 고도가 낮은 곳이 기온이 높고 고도가 높은 산지가 기온이 낮게 나타나며 기온차이는 최대 7°C이다. 그러나 최저기온이 나타나는 새벽 06시에는 해발고도와 기온의 관계가 일정치가 않다. 그 이유는 하층부 수백 m까지는 역전층이 나타나며 그이상의 고도에서는 기온이 다시 감소하는 층이 있으므로 기온분포는 복잡하게 나타난다.

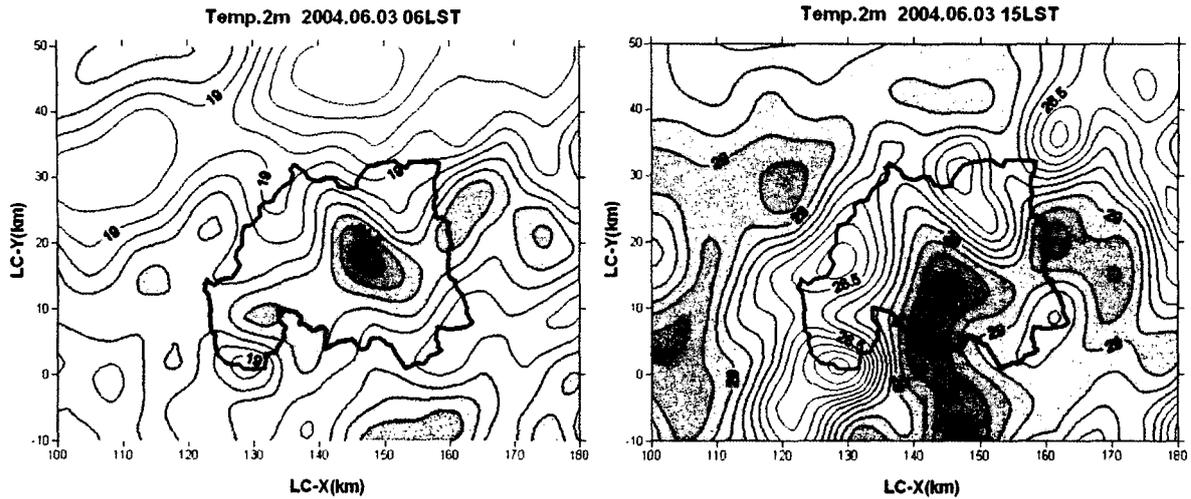


그림 2. 맑은날 화천지역과 그 주변의 기온 분포도 (좌: 06시, 우: 15시)

5. 기온의 일교차

맑은날(2004년 6월 3일)과 흐린날(2004년 6월 8일)에 대하여 일 최고기온이 나타나는 15시 기온에서 일 최저기온이 나타나는 아침 06시 기온을 뺀 차(기온의 일교차)를 그림 3에 보였다.

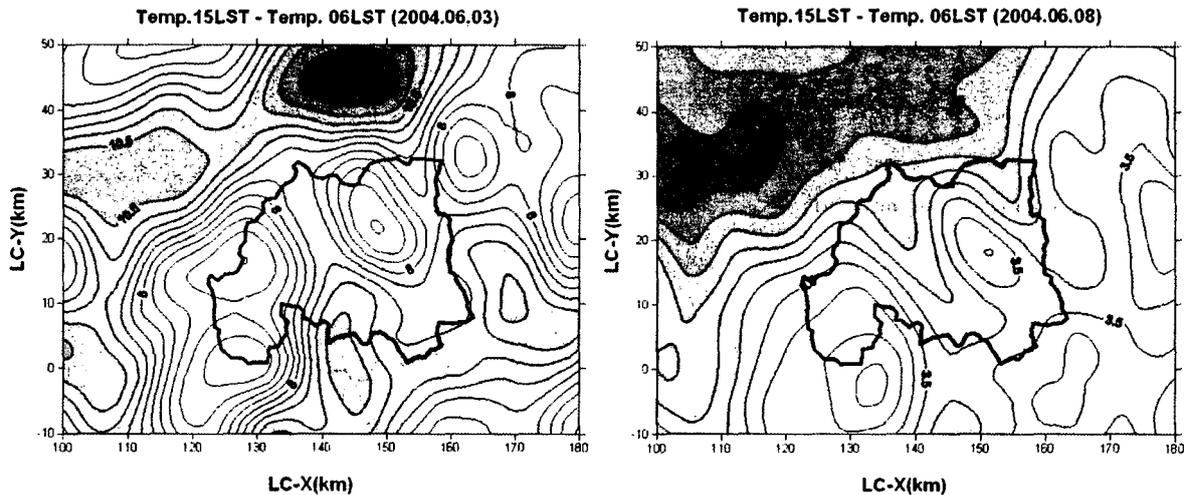


그림 3. 맑은날(좌)과 흐린날(우)의 아침 06시와 낮 15시의 기온차(기온의 일교차).

맑은날에는 화천군내의 저지대와 철원군의 저지대는 일교차가 10C 이상으로 크게 나타났으며 화천군내의 고산지역은 일교차가 6C 내외로 작게 나타났다. 이것은 새벽녘에는 접지역전층의 발달로 저지대에서는 기온하강이 매우 큰데 비하여 고산지대의 기온은 그다지 낮지 않으며, 한낮에는 기온체감율이 100m 당 약 1C에 달하여 고산지역의 기온이 비교적 낮기 때문이다.

한편 흐린 날의 경우 화천군내 저지대의 일교차도 4C - 5C 정도로 작으며 고산지대에서는 일교차가 2C - 3C 정도로 매우 작다.

6. 바람

그림 4와 그림5는 맑은날과 흐린날 06시와 15시의 바람장을 나타낸 것이다. 지형이 바람에 미치는 효과를 보기 위하여 등고선과 같이 나타내었다. 맑은날 화천지역의 경우 오전에는 북풍이 주를 이루고 있으며 오후가 되며 북서풍이 주를 이뤘다. 하지만 지형이 복잡하고 지대가 높은 산악지형에서는 지형의 영향으로 불규칙한 풍계가 형성되는 것을 볼 수 있다. 흐린날의 경우 맑은날에 비하여 강한 바람이 불고 있는 것을 볼 수 있다. 또 지형이 복잡한 골짜기에서 복잡한 풍계를 볼 수 있으며, 오후가 되면서 남풍이 주를 이루고 있다.

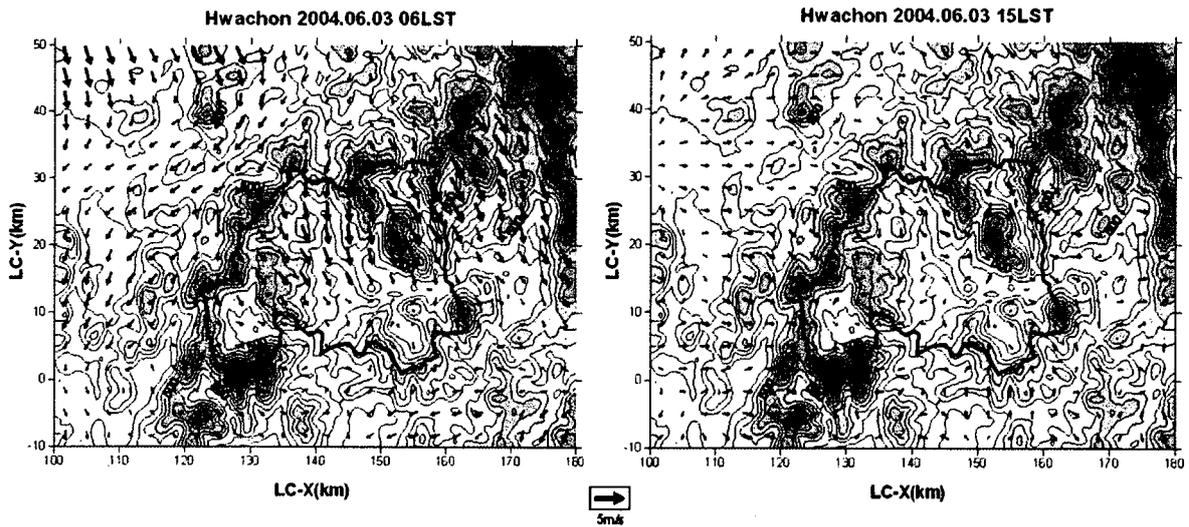


그림 4. 맑은날 06시(좌)와 15시(우)의 바람분포도.

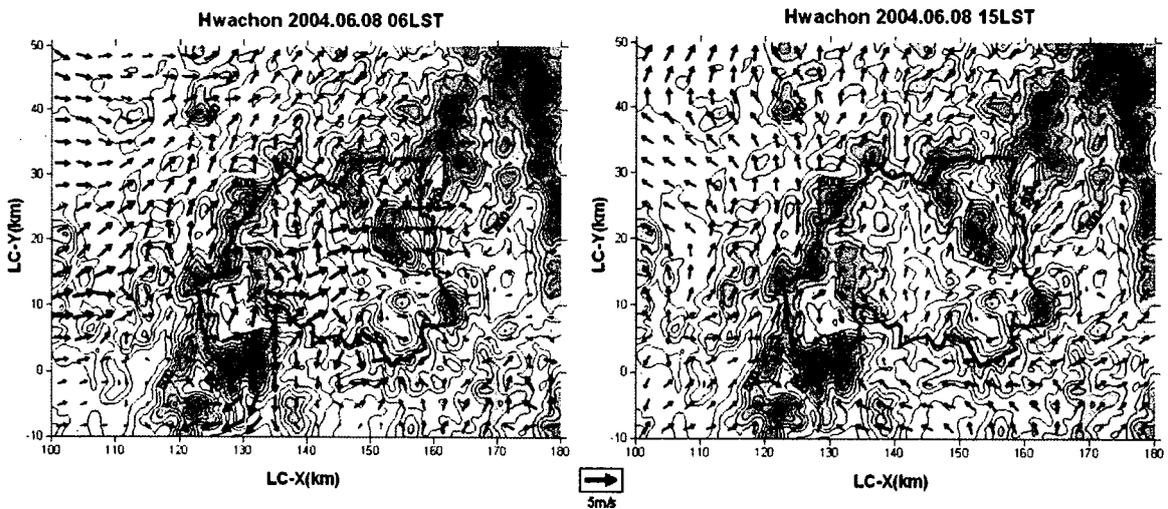


그림 5. 흐린날 06시(좌)와 15시(우)의 바람분포도.