

고속푸리에변환을 리용한 안삼불성원들의 무리구성방법과 중기예보에서의 응용

조금룡, 박기송

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《현실은 과학기술을 더욱 폭넓고 깊이있게 빨리 발전시킬것을 요구하고있습니다.》
(《김정일전집》 제7권 139페이지)

현재 세계적으로 유럽중규모수치모형(ECMWF)의 51개의 안삼불성원들의 평균예보마당을 리용하여 중기예보를 진행하고있지만 긴 예전기(168, 192h이상)에서는 실황마당과 크게 차이나 중기예보정확도가 일정한 수준에서 보장되지 못하고있다.

론문에서는 고속푸리에변환을 리용한 새로운 부분안삼불무리구성방법을 제기하고 그에 의한 중기예보의 정확도에 대하여 검증하였다.

1. 연구자료와 방법

연구를 위하여 2017년 1월—2019년 8월기간 ECMWF의 51개의 안삼불성원들의 500hPa중력포텐셜높이에보마당자료를 리용하였다.[2]

연구방법은 다음과 같다.

① 연구지역의 매 그물점값에서 500hPa안삼불평균값을 덜고 이 편차행렬을 자오선평균하여 하나의 벡토르렬(1×51)을 만든다. 이 벡토르에 대해서 고속푸리에변환을 진행한다.

② 푸리에변환으로 얻어진 조화파들가운데서 첫번째부터 네번째까지 4개의 조화파들에 대한 진폭과 위상각을 계산한다. 이 4개의 조화파들가운데서 진폭이 가장 큰 파수를 찾고 그에 해당하는 파수와 위상각 그리고 그 파수에 해당하는 성원이름을 보관한다.

③ 파수 1—4까지 파수별로 안삼불성원들을 분류하여 4개의 묶음을 구성한다.

우에서 찾은 4개의 묶음별로 안삼불성원들의 무리짓기를 진행한다.

우선 매 묶음별로 위상각순서로 안삼불성원들을 배열한다. 제일 작은 위상각을 가진 성원으로부터 턱값보다 작은 성원까지 한무리에 할당하며 할당되지 못한 성원들을 가지고 우와 같은 방법으로 무리짓기를 진행한다. 여기서는 한 파장의 5분의 1인 72° 로 선정하였다. 실험결과에 의하면 턱값선정이 실험결과에 크게 영향을 주지 않는다.

위상각이 360° 보다 큰 성원들은 위상각에서 360° 를 덜고 제일 첫자리에 놓으며 반대로 위상각이 부인 성원들은 360° 를 더하여 제일 끝자리에 배치하고 무리짓기를 시작한다. 위상각이 거의 같은 성원들은 푸리에변환의 코시누스함수가 거의 일치하며 같은 무리안에 배치된다. 만일 두 성원들사이의 위상각차가 72° 보다 더 크면 이 두 성원들을 똑같은 무리에 함께 배치하지 않는다.

다음으로 만들어진 무리들가운데서 안삼불크기(무리에 포함된 안삼불성원들의 개수)가 제일 큰 무리(무리 1)와 두번째로 큰 무리(무리 2)를 선정하고 계산에 리용한다.

2018년 5월—8월기간 500hPa중력포텐셜높이마당에 대한 무리 1, 무리 2, 안삼불평균의 168, 192h 예보마당에 대한 표준편차마당과 실황마당들사이의 공간상관결수를 구하여

비교하였다.

무리 1과 무리 2의 공간상관결수들의 평균값을 가지고 무계를 계산하여 두 무리결과를 무계평균한 다음 안삼블평균예보마당과 비교분석하였다.

무계평균예보값 P_i 는 다음과 같다.

$$P_i = \sum_{j=1}^K w_j F_{i,j} / \sum_{j=1}^K w_j$$

무계 w_j 는 다음과 같다.

$$w_j = M_j / \sum_{j=1}^K M_j$$

여기서 $F_{i,j}$ 는 예보값, M_j 는 j 번째 무리의 공간상관결수의 평균값, i 는 마디점번호, j 는 안삼블성원번호이다.

2. 결 과 분 석

① 표준편차

2018년 5월—8월기간에 대하여 무리 1과 무리 2, 안삼블평균의 500hPa중력포텐셜높이의 표준편차마당을 월별로 분석하였다. 6월은 자료부족으로 제외하였다.

결과를 보면 5월과 7월에는 안삼블평균마당과 무리 2의 표준편차마당이 우리 나라 지역에서 1~3dm로서 무리 1보다 예보정확도가 높으며 8월에는 무리 2의 표준편차마당이 무리 1은 물론 안삼블평균마당보다 더 높다. 계산결과 168h 예전기에서는 500hPa중력포텐셜높이마당의 표준편차가 1~5dm로서 그리 크지 않으며 무리 1과 무리 2, 안삼블평균마당의 예보정확도가 비교적 높다는것을 보여주고있다.

② 공간상관결수

같은 기간에 대하여 무리 1과 무리 2, 안삼블평균의 500hPa중력포텐셜높이마당과 분석마당의 공간상관결수들을 구하였다.

표는 월평균공간상관결수들을 보여준다. 표를 보면 대체로 안삼블평균마당이 크지만 일별로 공간상관결수들을 비교해보면 무리 1과 무리 2가 안삼블평균마당보다 큰 경우도 많다.

표. 월평균공간상관결수

예보인자	5월		7월		8월		평균	
	168h	192h	168h	192h	168h	192h	168h	192h
무리 1	0.942	0.95	0.944	0.932	0.946	0.93	0.946	0.932
무리 2	0.94	0.946	0.94	0.936	0.941	0.934	0.938	0.941
안삼블평균	0.944	0.948	0.945	0.94	0.94	0.94	0.95	0.951

이 상관결수들의 평균값으로부터 무리 1과 무리 2의 무계들을 계산하고 무계평균하면 정확도가 안삼블평균보다 높은 예보마당을 얻을수 있다.

이로부터 2019년 자료를 가지고 무리 1과 무리 2의 무계들을 각각 계산하고 2019년에 발생한 장강저기압의 일부 경우들에 대하여 비교검증하였다.

그림 1에서 알수 있는바와 같이 무리 2와 무계평균예보마당이 안삼블평균보다 분석마당에 더 유사하다. 공간상관결수는 무계평균예보가 0.937로서 안삼블평균(0.93)보다 더 크다.

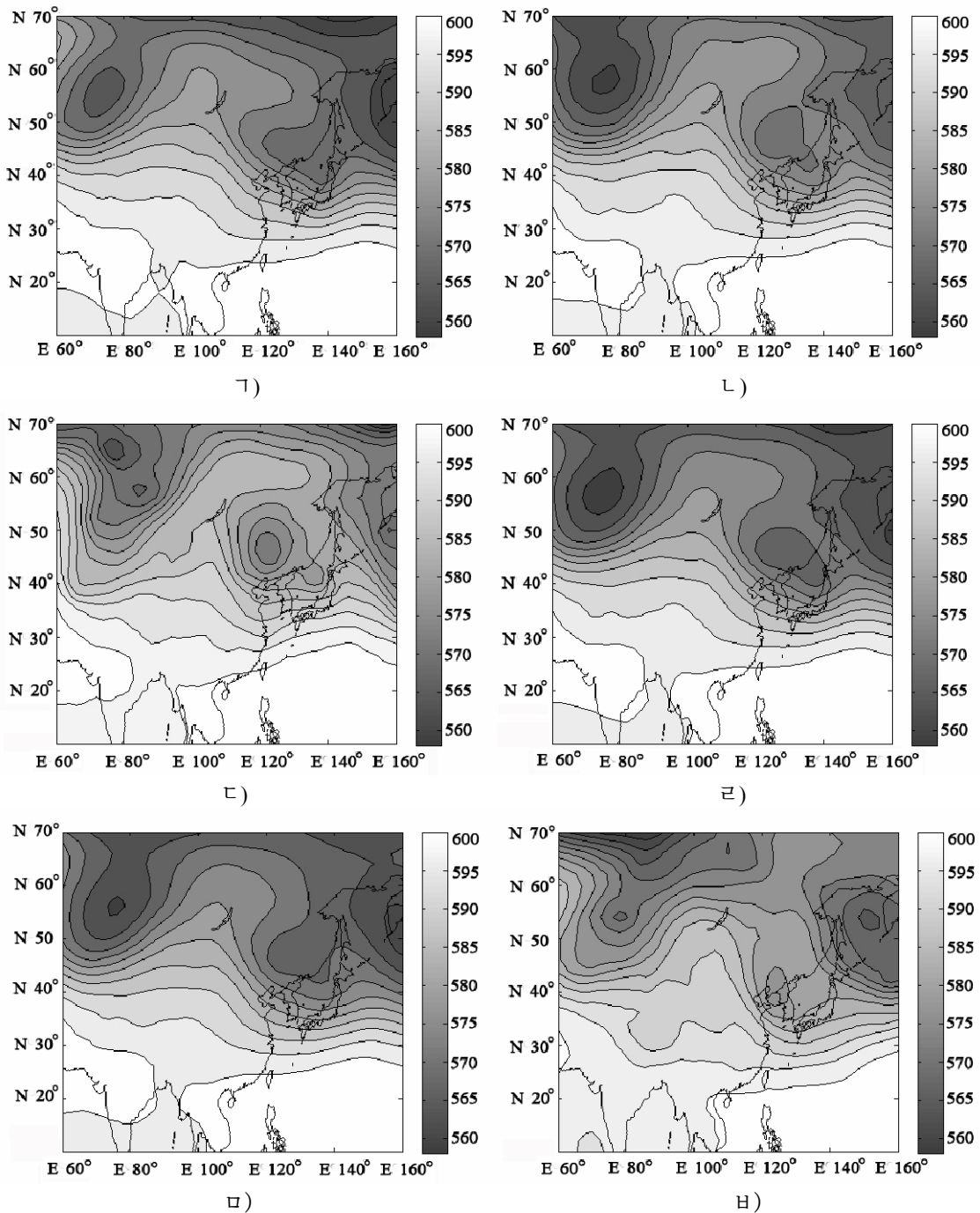


그림 1. 168h 예견기의 500hPa중력포텐셜높이에보마당(dm)

ㄱ) 무리 1, ㄴ) 무리 2, ㄷ) 무리 3, ㄹ) 무게평균, ㅁ) 안삼불평균, ㅂ) 분석마당

2019년 6월 9일 21시 장강저기압이 우리나라에 영향을 줄 때 500hPa중력포텐셜높이 예보마당들을 보면 무게평균예보마당이 안삼불평균마당에 비해 분석마당에 더 유사하다.(그림 2)

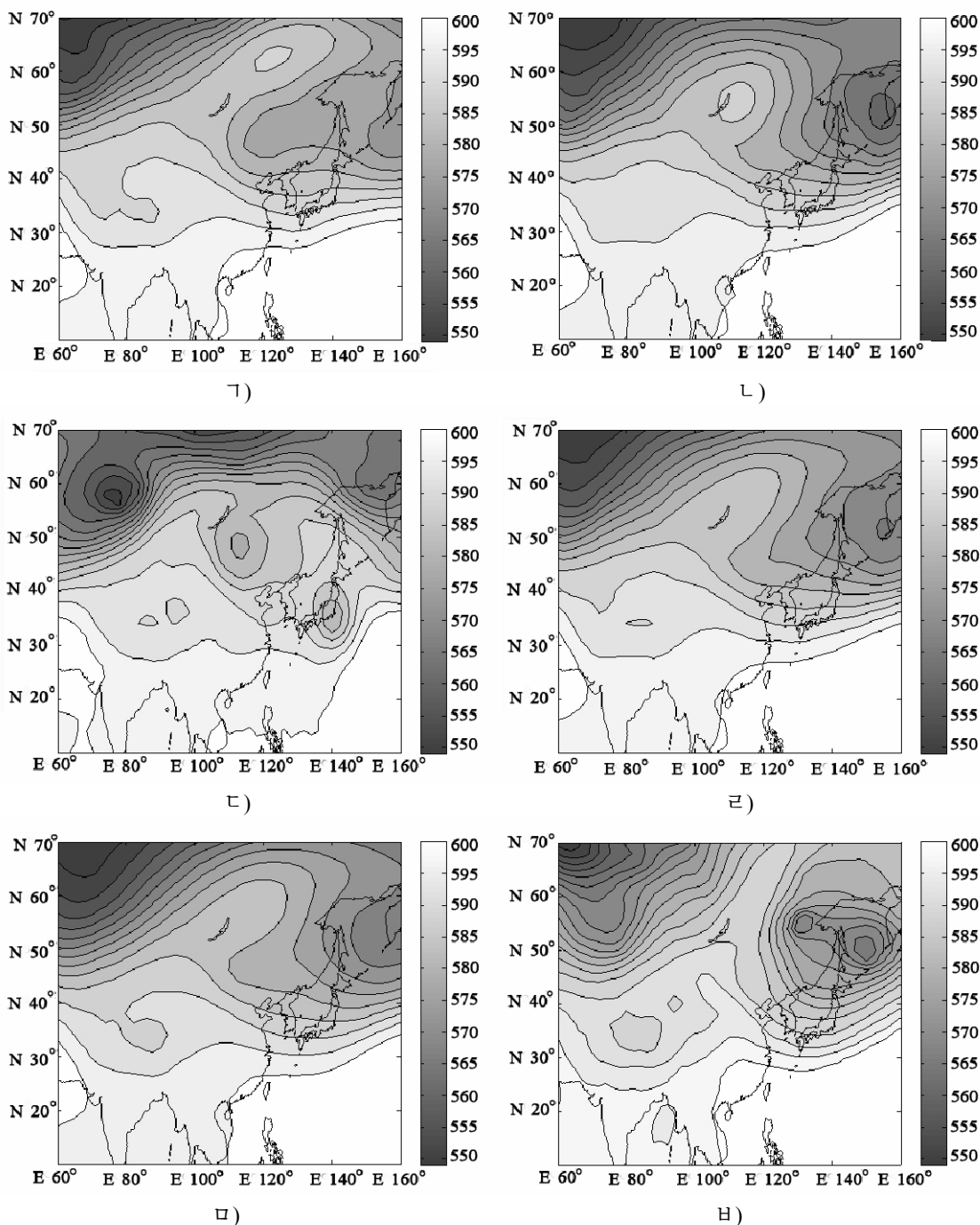


그림 2. 192h 예견기의 500hPa중력포텐셜높이에보마당(dm)

㉠) 무리 1, ㉡) 무리 2, ㉢) 무리 3, ㉤) 무게평균, ㉥) 안삼블평균, ㉦) 분석마당

이 경우 안삼블평균예보마당과 무게평균예보마당에서 상관결수는 0.94로서 거의 류사하고 무리 1과 무리 2는 그보다 작았다. 그러나 모든 경우에 우리 나라에 상층풍이 놓였다는것을 정확히 예보하였다.

2019년 7월 22일 192h 예건기에서 무게평균예보는 상관결수가 0.95이고 안삼블평균은 0.93으로서 정확도가 무게평균예보마당이 더 높다.

맺는 말

168, 192h 예건기에서 500hPa중력포텐셜높이에보마당의 정확도를 보다 높일수 있는 새로운 부분안삼블방법을 제기하고 검증하였다. 연구결과를 보면 일부 경우들에 부분안삼블이 안삼블평균을 룡가하지만 월평균마당을 보면 대체로 안삼블평균이 약간 우세하다.

그러나 안삼블성원들이 실행마당과 현저히 차이나는 경우 부분안삼블은 안삼블평균마당보다 우세하며 보다 정확한 예보마당을 나타낼수 있다.

참고문헌

[1] 김중구 등; 기상과 수문, 3, 4, 주체102(2013).

[2] K. F. Brill et al.; Wea. Forecasting, 8, 30, 873, 2015.

주체109(2020)년 4월 5일 원고접수

Clustering to Ensemble Members Using Fast Fourier Transformation and Applying to the Extended Forecast

Jo Kum Ryong, Pak Ki Song

In this paper we suggested a new clustering method to ensemble members using fast Fourier transformation and estimated its accuracy in the extended forecast.

Keywords: ECMWF, ensemble, clustering