

신경망에 의한 대기안정도예보방법

한혁일, 최일룡

대기안정도는 대기의 열동력학적안정성을 평가하는 지표의 하나이다.

지금까지 리용된 대기안정도판정방법들에는 P-T방법, 건조단열선법, 리차드슨수법, 모닌-오브호브길법, 바람속도비법, 복사등급부호에 의한 방법 등이 있다.[1, 2]

이 방법들은 고층기상관측이나 경도관측 또는 태양복사관측 등 관측수단과 방법에 대한 요구가 높기때문에 관측자료가 없는 곳에서는 리용하기 어렵다.

한편 태양고도각과 구름량, 바람속도에 의한 대기안정성판정방법은 관측시간과 고찰 지점의 경위도자리표를 리용하여 태양고도각을 계산하고 여기에 구름량과 바람속도를 결합하여 대기안정성을 판정하는 방법으로서 모형에 리용되는 초기자료의 양이 다른 모형들에 비하여 상대적으로 적고 또한 평가결과가 비교적 타당한것으로 하여 이 방법을 대기오염예보모형들에 리용하고있다.

이로부터 우리는 현업에 리용하기 편리한 태양고도각과 구름량, 바람속도에 의한 대기안정도판정방법으로 대기안정도표본자료들을 계산하고 비선형문제처리에 널리 리용되고있는 신경망리론을 적용하여 대기안정도를 예보하는 방법론을 제기하고 그 타당성을 검증하였다.

1. 리론적기초

1) 태양고도에 의한 대기안정도평가방법

먼저 태양고도(h_0)와 구름량에 의하여 태양복사등급을 판정한다.(표 1)

표 1. 태양복사등급

전운량/하층운량	밤	$h_0 \leq 15^\circ$	$15^\circ < h_0 \leq 35^\circ$	$35^\circ < h_0 \leq 65^\circ$	$h_0 > 65^\circ$
$\leq 4/\leq 4$	-2	-1	1	2	3
$5 \sim 7/\leq 4$	-1	0	1	2	3
$\geq 8/\leq 4$	-1	0	0	1	1
$\geq 5/5 \sim 7$	0	0	0	0	1
$\geq 8/\geq 8$	0	0	0	0	0

표 1에서 보는바와 같이 태양복사등급은 -2, -1, 0, 1, 2, 3의 여섯가지로 분류한다.
 h_0 은 다음식으로 계산된다.

$$h_0 = \arcsin[\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos(15t + \lambda - 315)] \quad (1)$$

여기서 ϕ, λ 는 각각 해당 지점의 위도와 경도, δ 는 태양적위, t 는 경대시이다.

δ 는 다음식으로 계산된다.

$$\delta = \arcsin(0.006\,918 - 0.399\,912\cos\theta_0 + 0.070\,257\sin\theta_0 - 0.006\,758\cos 2\theta_0 + 0.000\,907\sin 2\theta_0 - 0.002\,697\cos 3\theta_0 + 0.001\,48\sin 2\theta_0) \quad (2)$$

여기서 $\theta_0 = 2\pi d_n / 365$, d_n 은 1년의 날자수로서 1월 1일을 0이라고 하면 $d_n = 0, 364$ 이다.

접지층의 열동력학적안정도는 표 2와 같다.

표 2. 접지층의 열동력학적안정도

$u_{10}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	태양복사등급					
	3	2	1	0	-1	-2
≤ 1.9	A	A-B	B	D	E	F
2~2.9	A-B	B	C	D	E	F
3~4.9	B	B-C	C	D	D	D
5~5.9	C	C-D	D	D	D	D
≥ 6	D	D	D	D	D	D

2) BP신경망에 의한 대기안정도예보

현재 기상관측소들에서 관측하고있는 대표적인 기상요소들은 대기온도, 대기습도, 물김압력, 포화차, 전운량, 하층운량, 기압, 강수량, 해비침시간, 지면온도, 바람방향, 바람속도, 시정 등이며 이러한 기상요소들에 대하여 3h 혹은 6h간격으로 정기관측을 진행한다.

이러한 기상요소들가운데서 대기안정도예보를 위한 신경망의 학습능력과 일반화능력을 실험한데 기초하여 대기온도, 전운량, 하층운량, 지면온도, 바람속도를 선택하였다.

이러한 기상인자외에 대기안정도에 영향을 주는 인자들로 우의 다섯가지 기상인자들의 관측시각, 그 시각에서의 태양고도와 대기안정도들을 신경망의 입력변수로 취하였다.

신경망의 출력값으로는 기상관측을 3h 혹은 6h간격으로 진행하는 조건에서 기상인자들의 관측시점으로부터 3h 혹은 6h이후의 대기안정도를 취하였다.

BP신경망의 구조는 $8 \times 6 \times 2 \times 1$ 형이며 시그모이드함수로는 쌍곡탄젠스함수를 리용하였다.

2. 적용 사례

신경망의 학습초기자료로 교시 기상관측소에서 2006년 1-12월에 관측된 2 920회의 관측자료들을 리용하였다.

표 3. 일반화능력평가

년도	자료수 /개	적중률/%	
		3h예보	6h예보
2000	2 924	80.38	67.81
2001	2 920	78.43	66.74
2002	2 920	77.43	64.08
2003	2 920	80.79	70.21
2004	2 928	80.96	68.94
2005	2 920	79.28	68.08

학습에 참가한 자료들에 대하여 신경망은 3h이후의 예보인 경우 적중률 84.73%, 6h이후의 예보인 경우 75.15%로 수렴하였다.

학습에 참가하지 않은 자료들에 대하여 신경망의 일반화능력을 평가한 결과는 표 3과 같다.

표 3에서 보는바와 같이 2000-2005년의 학습에 참가하지 않은 자료들에 대하여 신경망은 3h예보인 경우 평균 79.55%, 6h예보인 경우 67.64%의 적중률을 보여주었다.

6h예보는 3h예보에 비하여 적중률에서 11.9%정도 성적이 떨어진다.

이것은 6h이후의 대기안정성예보가 3h이후에 비하여 비교적 어려우며 시간에 따르는 대기안정성의 변화가 일정한 규칙성을 띠면서도 어떤 경우에는 매우 가변적이라는것을 보여준다.

우에서 설정된 8개의 입력변수외에 시간에 따르는 대기안정성의 돌발적인 변화를 보다 구체적으로 반영할수 있는 입력변수를 적절히 선택하면 신경망에 의한 대기안정성예보의 정확도를 제고할수 있다.

맺 는 말

이 방법은 대기의 열동력학적안정상태예보에 효과적으로 리용될수 있다.

참 고 문 헌

[1] 김일성종합대학학보(자연과학), 54, 3, 162, 주체97(2008).

[2] 谷清 等; 大气环境模式计算方法, 气象出版社, 8~11, 2001.

주체103(2014)년 6월 5일 원고접수

A Prediction Method of Atmospheric Stability by Neural Network

Han Hyok Il, Choe Il Ryong

There are few research results about atmospheric stability prediction.

Prediction method of atmospheric stability which combines decision principle of air stability by sun altitude and neural network theory is progressive model, because it needs little initial data of calculation and it has ability to predict variable thermal stability of air.

Key words: neural network, atmospheric stability