

발 간 등 록 번 호
11-1360000-001730-01



ISBN 979-11-92180-77-9(95450)

기상자료 3차원 객관분석 기술 개발

2022. 5.

이정환, 김진석, 이은주, 김지원, 김경옥

기상청
기상서비스진흥국
국가기상데이터센터

차 례

1. 서론	1
2. Barnes 방법의 최적화	1
2.1. 일반적인 Barnes algorithm	1
2.2. Simplified 2-pass Barnes scheme	2
2.3. Barnes 2-pass 방법에 대한 오차 검증 및 최적화	3
3. Multiquadric 방법의 최적화	6
3.1. Multiquadric interpolation algorithm	6
3.2. 2차원 MQ 방법에 대한 오차 검증 및 최적화	7
3.3. 3차원 Multiquadric interpolation 방법	8
3.4. 3차원 MQ 방법에 대한 오차 검증 및 최적화	8
4. 객관분석 방법 종합 비교 및 결론	9
5. 3차원 MQ 기반의 눈비 판별 및 검증	15
5.1. 지상 기온 및 습도 기반의 눈비 판별법	15
5.2. 3차원 MQ기반의 눈비 판별 방법 및 검증 사례	16
6. 참고문헌	20
부록 A. 분석에 사용된 관측 지점 및 사례 특성	21
부록 B. 검증에 사용된 사례 목록	25
부록 C. 객관분석 프로그램 소스코드	39

1. 서론

관측지점들의 관측값에서 격자화된 자료를 산출하여 분포도를 그리거나, 임의 위치의 값을 추정하기 위하여 다양한 객관분석 방법들이 많이 개발되었다. 여기에서는 분포도 생산에 많이 사용된 Barnes 방법과 Multiquadric 방법에 대하여, 기상청 지상관측망에 대한 최적 설정값을 각각 산출한 다음, 그 결과를 비교 분석하여 손쉽게 사용할 수 있는 최적 객관분석 방법을 선정하고자 하였다. 2021년도에서 1000개 사례를 추출하여 최적화, 비교 분석에 사용하였다. 기상요소는 연속적으로 관측되고 정규분포를 하며 복잡한 지형의 영향을 많이 받는 기온값으로 분석하였다.

Barnes 방법은 직관적이고 적용이 간편하나, 자료가 몰려있는 경우 그 영역의 값이 확장되고, 고도에 따른 영향을 반영하기가 어려운 단점들이 있다. Multiquadric은 수학적으로 산출된 방법에 기반하고, 모든 자료를 사용하며, 고도 등의 영향을 적용하는데 어려움이 없는 반면에, 자료수에 따라 커지는 역행렬을 풀어야 하여서 자료가 아주 많아질 경우 계산 시간이 걸릴 수 있다. 최근 컴퓨터 기술의 발전으로 현재는 무리없이 기상청의 각종 분포도 표출에 사용되고 있다.

2. Barnes 방법의 최적화

2.1. 일반적인 Barnes algorithm

Barnes(1964년, 1978년) 방법은 가장 많이 사용되는 SCM(successive correction method) 방법 중의 하나로서, 각 반복 단계마다 가중치 함수를 변경할 수 있다.

식이 간단하고 배경장이 필요 없고, 자료의 특성에 맞는 가중치 함수를 조절할 수 있다는 것이 장점이다.

관련 수식은 다음과 같다.

$$f_A^0(\vec{r}_i) = \sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{ik}) f_O(\vec{r}_k) \dots\dots\dots (1)$$

$$f_A^{j+1}(\vec{r}_i) = f_A^j(\vec{r}_i) + \sum_{k=1}^{K_i} W_{j+1}(r_{ik}) [f_O(\vec{r}_k) - f_A^j(\vec{r}_k)] \dots\dots\dots (2)$$

$$W_j(r_{ik}) = \frac{w_j(r_{ik})}{\sum_{k=1}^{K_i} w_j(r_{ik})}, \quad w_j(r_{ik}) = \exp\left(-\frac{r_{ik}^2}{R_j^2}\right)$$

여기서

\vec{r}_i 는 i 번째 격자점 위치,

\vec{r}_k ($i \leq k \leq K_i$)는 영향반경 안에 있는 관측지점의 위치,

f_A^j 는 j 번째 반복에 의한 f 의 분석값,

$f_O(\vec{r}_k)$ 는 \vec{r}_k 지점에서의 관측값,

$W_j(r_{ik})$ 는 j 번째 반복에서 관측소와 격자점 간의 거리에 따른 가중치 함수,

$f_A^j(\vec{r}_k)$ 는 격자점값 $f_A^j(\vec{r}_i)$ 의 내삽에 의한 관측지점의 값.

위 방법의 경우 계산순서는

- ① 각 격자점마다 가중치를 계산하여 분석값을 산출하고,
- ② 내삽을 통하여 각 관측지점에서의 분석값을 계산하여 관측값과 차이를 계산하고
- ③ 다시 각 격자점마다 가중치를 계산하여 차이값을 곱한 것을 기존 분석값에 더하여 새로운 분석을 생성하는데, ②와 ③의 과정을 반복한다.

따라서 격자점이 $N \times M$ 이고 격자점 마다 영향반경에 포함되는 관측소가 K 개 있다고 하면,

①과 ③의 단계에서, $N \times M \times K$ 개의 가중치를 계산하고, 관측값 및 차이값과 $N \times M \times K$ 번의 곱셈이 이루어진다. 전체 과정 중 이 단계에서 가장 많은 계산 시간이 소요된다.

Barnes 등은 위 반복을 더 할수록 참값에 수렴함을 보였다. 이때 영향반경인 R_j 는 각 단계마다 다르게 줄 수 있으며, Barnes 등은 단계마다 R_j 값을 축소하면 수렴 속도가 더 빨라진다고 하였다.

2.2. Simplified 2-pass Barnes scheme

Koch(1983년) 등에 따르면 가중치를 조정함에 따라 2단계만으로 대개의 경우 필요한 성과를 얻을 수 있다는 것을 보였으며, 기존에 기상청에서도 계산 시간 절약을 위하여 2단계 방법을 많이 사용하였다.

2단계인 경우, 앞에 식들을 정리하면

$$f_A^1(\vec{r}_i) = f_A^0(\vec{r}_i) + \sum_{k=1}^{K_i} W_1(r_{ik}) [f_O(\vec{r}_k) - f_A^0(\vec{r}_k)] \dots\dots\dots (3)$$

이 되며, 여기서 관측점에서의 분석값인 $f_A^0(\vec{r}_k)$ 은 (1)식을 변형하여 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$f_A^0(\vec{r}_k) = \sum_{m=1}^{M_k} W_0(r_{km}) f_O(\vec{r}_m) \dots\dots\dots (4)$$

이 값과 관측값과 차이를

$$f_D(\vec{r}_k) = f_O(\vec{r}_k) - f_A^0(\vec{r}_k) \dots\dots\dots (5)$$

라고 하고, 식(1)을 대입하면 식(3)은 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} f_A^1(\vec{r}_i) &= \sum_{k=1}^{K_i} W_0(r_{ik}) f_O(\vec{r}_k) + \sum_{k=1}^{K_i} W_1(r_{ik}) f_D(\vec{r}_k) \dots\dots\dots (6) \\ &= \sum_{k=1}^{K_i} [W_0(r_{ik}) f_O(\vec{r}_k) + W_1(r_{ik}) f_D(\vec{r}_k)] \end{aligned}$$

여기서

$$\begin{aligned} W_0(r_{ik}) &= \frac{w_0(r_{ik})}{\sum_{k=1}^{K_i} w_0(r_{ik})}, \quad w_0(r_{ik}) = \exp\left(-\frac{r_{ik}^2}{R_0^2}\right) \\ W_1(r_{ik}) &= \frac{w_1(r_{ik})}{\sum_{k=1}^{K_i} w_1(r_{ik})}, \quad w_1(r_{ik}) = \exp\left(-\frac{r_{ik}^2}{R_1^2}\right) \end{aligned}$$

그러면 계산과정은

먼저 각 관측지점별로 (4)식을 이용하여 (5)값을 계산한 다음

(6)식을 이용하여 각 격자점 분석값을 계산하는데 0, 1 단계의 가중치값을 같이 계산하여 바로 격자점의 값을 계산할 수 있다.

여기서 영향반경 R_0 와 R_1 을 어떻게 정하느냐에 따라, 분포도의 모양이 현저히 달라진다. R 이 커지면 평활화가 더 되며, R 이 너무 작아지면 관측값 주변으로 섬처럼 된다.

이 영향반경은 분석하고자 하는 관측망에 맞추어서 최적화된 값을 찾아서 사용해야만 한다.

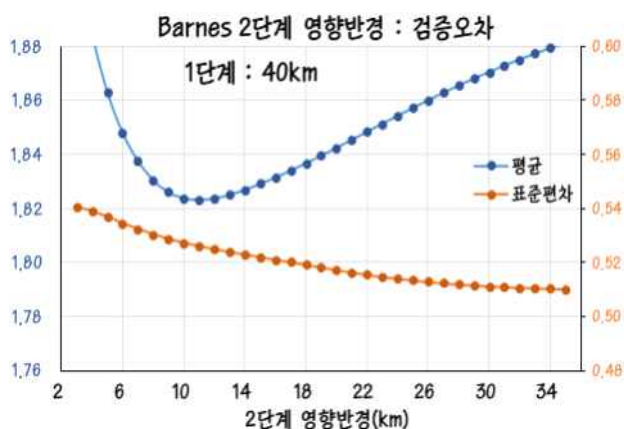
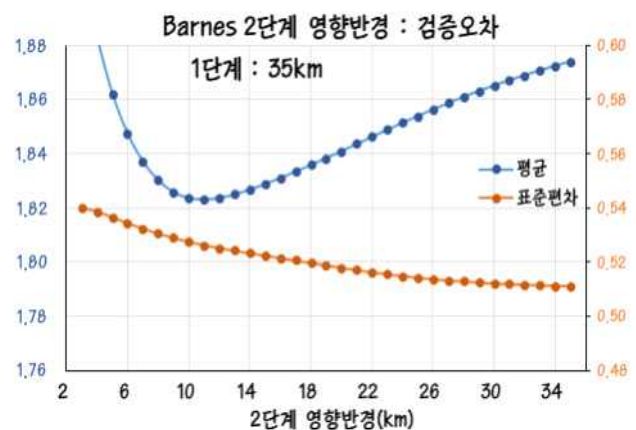
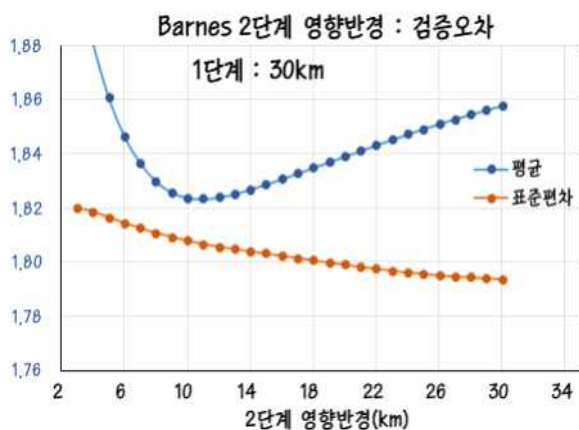
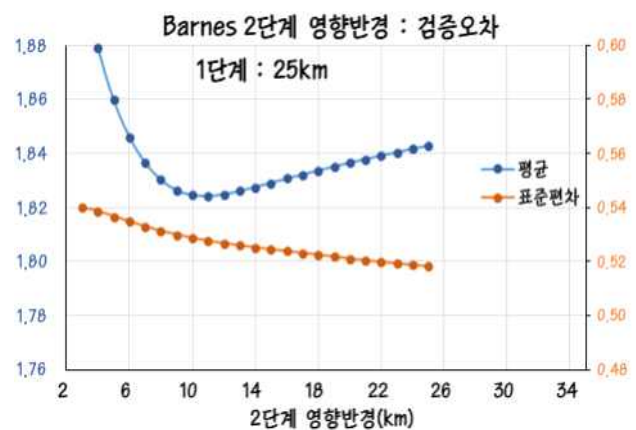
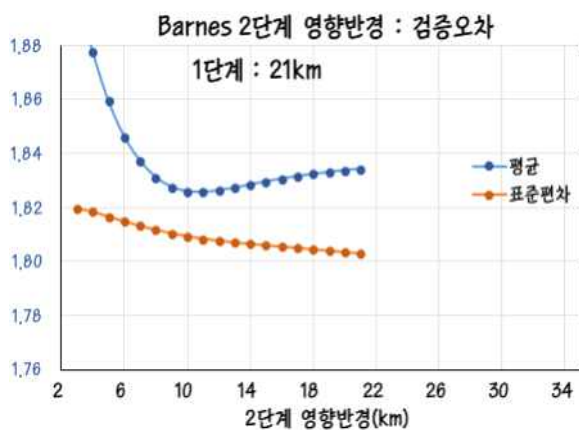
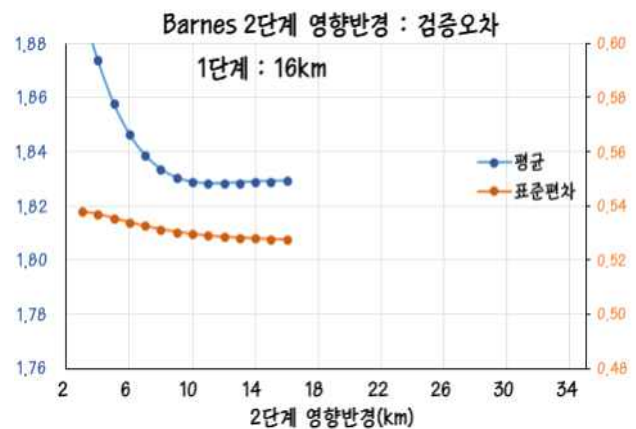
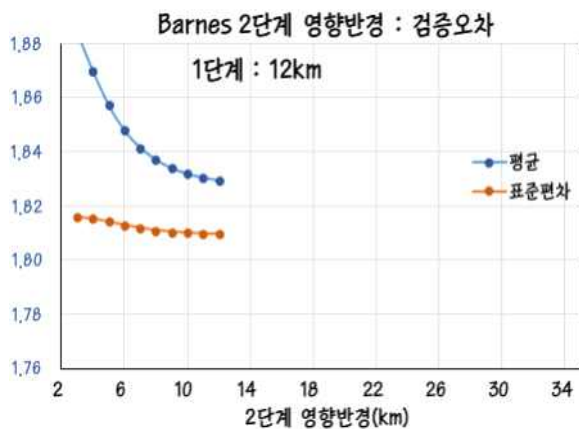
2.3. Barnes 2-pass 방법에 대한 오차 검증 및 최적화

여기서는 2021년도 기상청 AWS 관측망을 대상으로 객관분석하기 위한 최적화된 영향반경을 정하고자 한다. 분석을 위한 자료는 2021년도 기상청 AWS 기온 관측값을 사용하였으며, 검증은 같은 시간에 관측한 농촌진흥청과 산림청의 기온 관측값을 사용하였다.

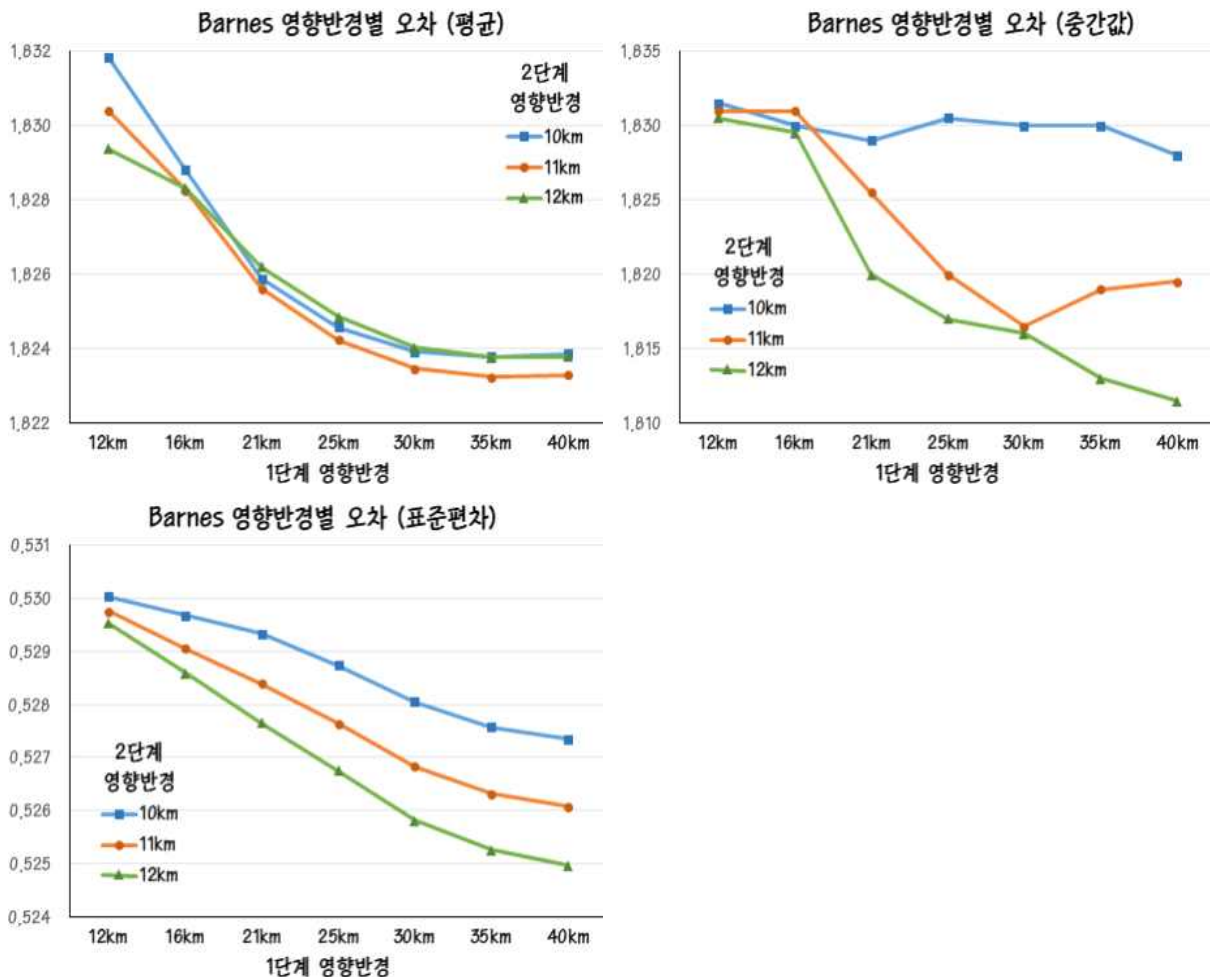
*) 해당 지점들의 공간 분포와 자료의 특성은 “부록 A” 참조

위 지점들을 대상으로 2021년도 정시 기준으로 365×24 개=8760개 자료 중에서 랜덤하게 1000개 시간대 자료를 추출하여 검증에 사용하였다.

아래 그래프들은 1단계 영향반경이 12, 16, 21, 25, 30, 35, 40km 일 때, 2단계 영향반경에 따른 각 사례에서 지점별 평균 오차를 계산하고, 그 결과를 1000개 사례에 대하여 평균 및 표준편차를 산출한 결과이다.



위 결과들에 따르면 1단계 반경에 크게 관계없이, 2단계 영향반경은 10~12km 정도에서 최적으로 수렴함을 알 수 있다. 이것은 기상청 AWS 평균 간격이 대략 그와 비슷하기 때문인 것으로 생각된다. 2단계 영향반경이 10km, 11km, 12km에 대하여 1000개 사례에 대한 오차의 평균, 중간값, 표준편차를 보면 아래 그래프와 같다.



위 결과에서 최적 영향반경을 평균에서 1단계 영향반경을 35km, 중간값과 표준편차에서 2단계 영향반경을 12km로 설정하는 것으로 하였다.

2단계 Barnes 객관분석

1단계 영향반경 = 35 km

2단계 영향반경 = 12 km

3. Multiquadric 방법의 최적화

3.1. Multiquadric interpolation algorithm

Nuss등(1994년)이 제시한 방법을 사용하였으며, 전체 관측자료를 사용하고 주변의 변화 경향을 반영하며 공간을 정규화하여 사용하므로 물리적인 거리 특성에 좌우되지 않는 장점이 있다. 다만 관측지점의 분포와 관측자료의 특성에 따라 과다모의 하는 경우도 있다.

일반적으로 관측자료에서 임의 위치의 값을 위치기반의 함수에 가중치를 곱하여 얻을 수 있다고 하면, 아래와 같은 식으로 표시할 수 있다.

$$H(\vec{X}) = \sum_{i=1}^N \alpha_i Q(\vec{X} - \vec{X}_i) \dots\dots\dots (10)$$

여기서 Q를 다음과 같은 거리 기반의 hyperboloid function을 사용하였다.

$$Q(\vec{X} - \vec{X}_i) = - \left(\frac{\|\vec{X} - \vec{X}_i\|^2}{c^2} + 1.0 \right)^{1/2}$$

2차원인 경우, 다음과 같이 계산된다.

$$Q_i(x, y) = - \left(\frac{|x - x_i|^2 + |y - y_i|^2}{c^2} + 1.0 \right)^{1/2}$$

따라서 격자점의 위치를 (x_g, y_g) 라고 하면, 그 위치에서의 값은 다음과 같이 계산된다.

$$H(x_g, y_g) = \sum_{i=1}^N \alpha_i Q_i(x_g, y_g)$$

$$Q_{gi} = - \left(\frac{|x_g - x_i|^2 + |y_g - y_i|^2}{c^2} + 1.0 \right)^{1/2}$$

이것을 행렬로 표시하면, $H_g = Q_{ig} \cdot \alpha_i$ 와 같다.

이때 $H_j = Q_{ij} \cdot \alpha_i$ 이므로, $\alpha_i = Q_{ij}^{-1} \cdot H_j$ 로 계산될 수 있다.

따라서 최종적으로 각 격자점에서의 값은 관측지점의 값에서 아래와 같은 행렬식으로 계산될 수 있다.

$$\therefore H_g = Q_{gi} Q_{ij}^{-1} H_j$$

모든 관측자료에는 오차를 가지고 있으므로, Nuss 등(1994년)이 사용한 아래 방법으로 반영하였다.

$$H_j = [Q_{ij} + (N\lambda\sigma_i^2\delta_{ij})] \cdot \alpha_i$$

따라서 $\alpha_i = [Q_{ij} + (N\lambda\sigma_i^2\delta_{ij})]^{-1} H_j$ 이 되므로 최종적으로 다음과 같은 식이 된다.

$$\therefore H_g = Q_{gi} \cdot [Q_{ij} + (N\lambda\sigma_i^2\delta_{ij})]^{-1} \cdot H_j$$

여기서

N 은 사용된 관측지점 수,

σ_i^2 는 평균 제곱 관측 오차 (mean squared observation error)

λ 는 평활화 변수 (Smoothing parameter)

δ_{ij} 는 Kronecker delta ($i = j$ 이면 1, $i \neq j$ 이면 0)

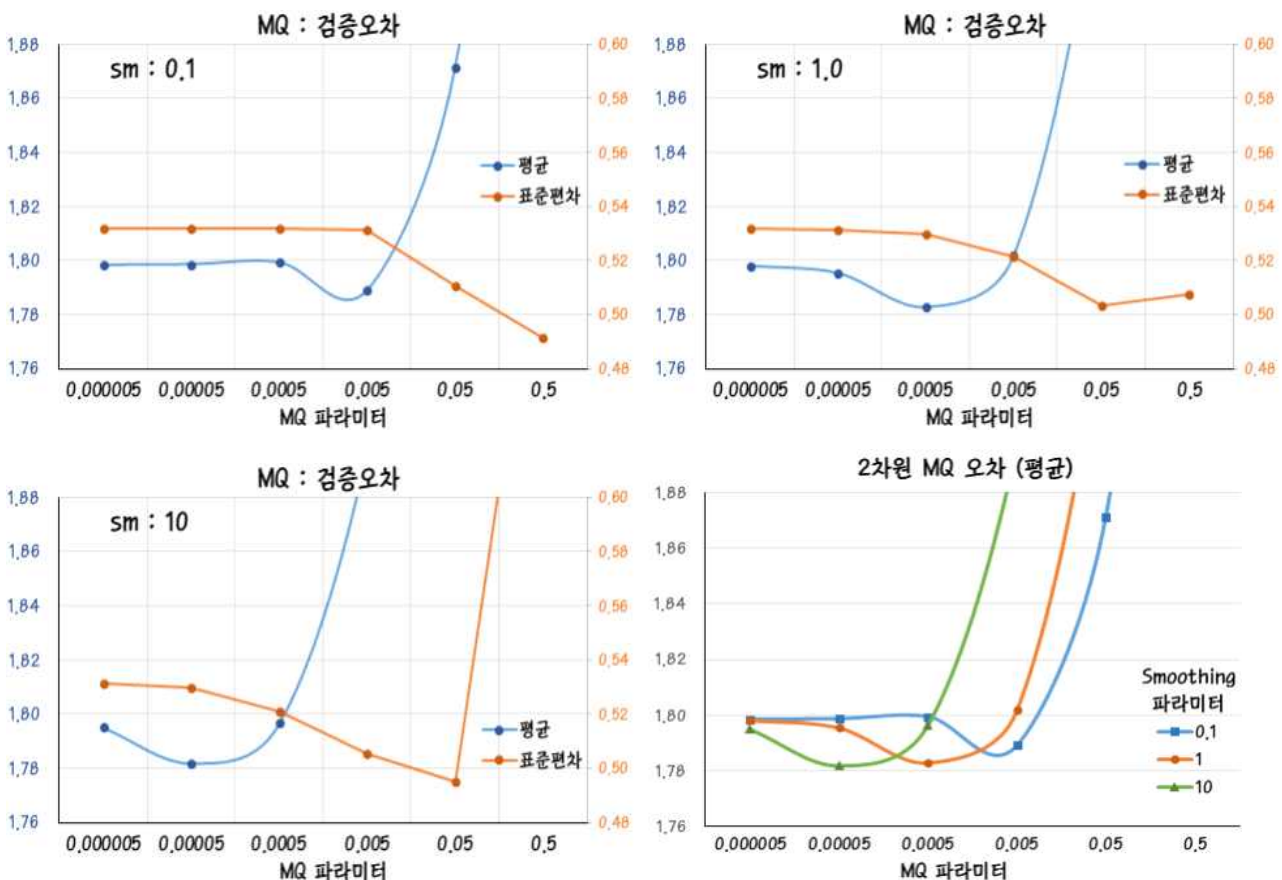
실제 분석에 사용하기 위하여는 multiquadric parameter(c)와 smoothing parameter(λ)를 결정해야 한다(이하 mq파라미터, sm파라미터). 이 2개 변수의 결정도 앞에 Barnes 방법에서 사용한 자료와 동일하게 사용하여 최적화하였다.

3.2. 2차원 MQ 방법에 대한 오차 검증 및 최적화

MQ방법은 2개의 파라미터에 대한 최적값을 정하기 위하여, 앞에 Barnes 방법에서 사용한 사례와 동일한 사례와 방법으로 오차를 검증하였다.

MQ는 파라미터에 대한 변동성이 크지 않아서 큰 카테고리로 나누어서 검증하고 정하였다. 파라미터에 대한 변동성이 크지 않은 것도 MQ의 장점 중의 하나로 생각된다.

sm파라미터는 0.1, 1, 10으로 구분하고, mq파라미터는 지수적으로 0.000005에서 0.5까지 구분하여, 1000개 사례에 대하여 오차를 계산하였으며, 그 결과는 아래와 같아,



sm파라미터와 mq파라미터는 어느 정도 서로 연동되어 있음을 알 수 있다.

2차원 MQ에서 최적값은 오차 평균이 작고, 파라미터 변화에 대한 변동성이 적은 값으로 다음과 같이 하였다.

2차원 MQ 객관분석

mq파라미터 = 0,0005

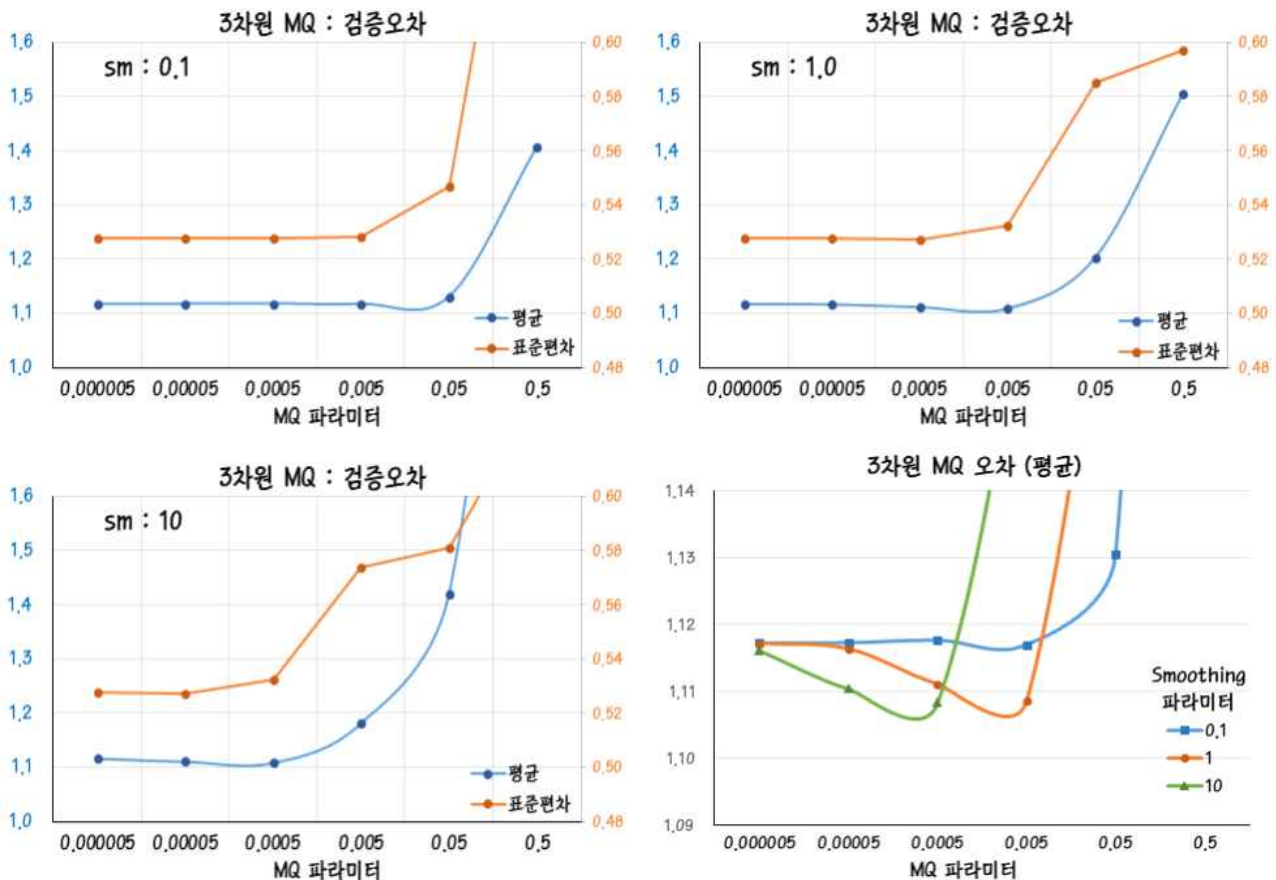
sm파라미터 = 1.0

3.3. 3차원 Multiquadric interpolation 방법

앞에 (10)식에서 보듯이 관측지점의 위경도 및 해발고도까지 고려하면, 3차원 거리함수를 적용하는 것은 수식적으로 전혀 문제가 되지 않는다.

$$Q_i(x, y, z) = - \left(\frac{|x - x_i|^2 + |y - y_i|^2 + |z - z_i|^2}{c^2} + 1.0 \right)^{1/2}$$

3.4. 3차원 MQ 방법에 대한 오차 검증 및 최적화



3차원 MQ에서 최적값은 오차 평균이 작고, 파라미터 변화에 대한 변동성이 적은 값으로 하여, 2차원과 같은 값으로 정하였다.

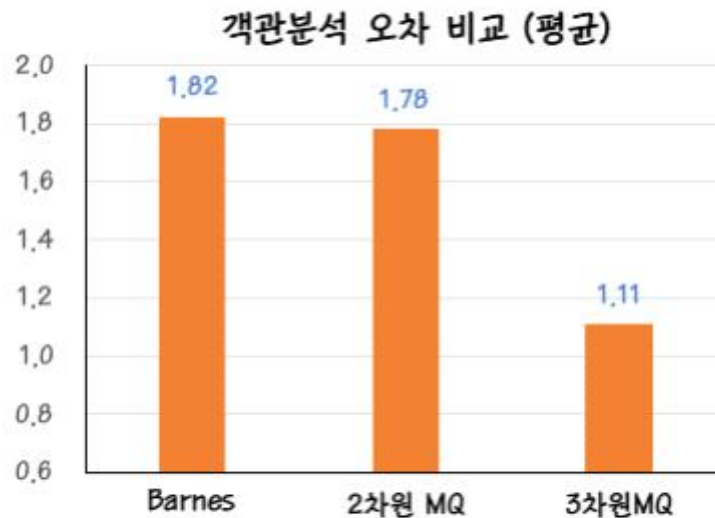
3차원 MQ 객관분석

mq파라미터 = 0,0005

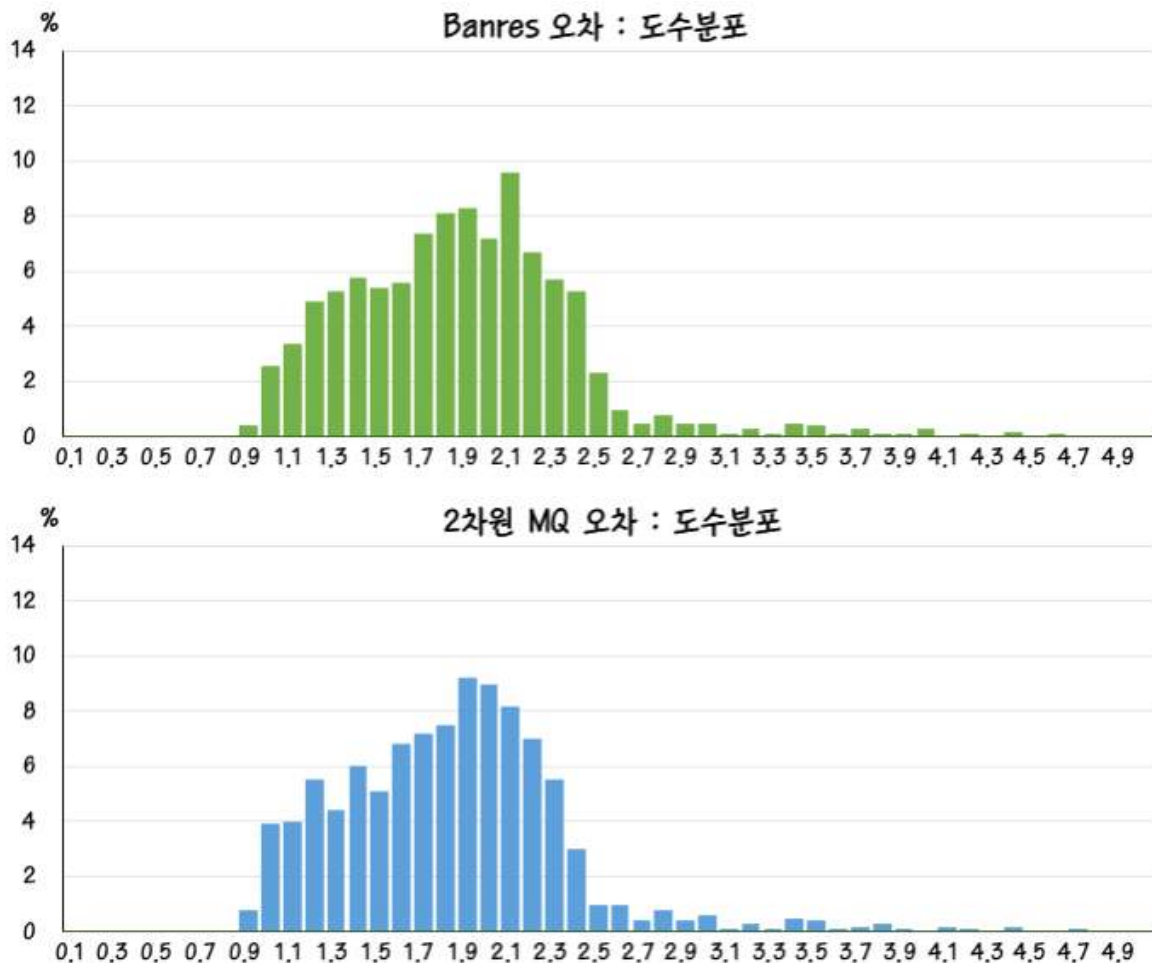
sm파라미터 = 1.0

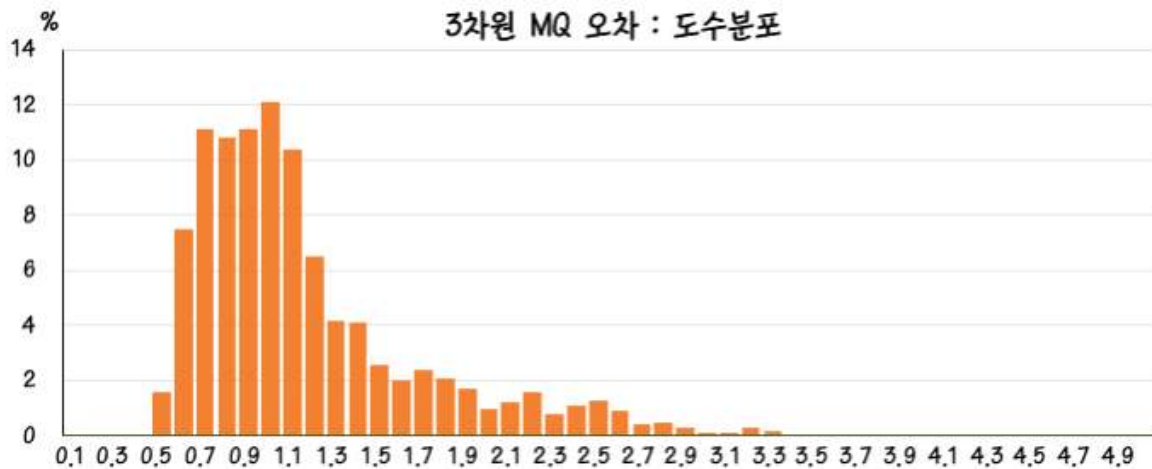
4. 객관분석 방법 종합 비교 및 결론

앞에서 2021년 중에 1000개 사례 시간들의 기온 자료에 대하여, 각 객관분석 방법별로 최적화를 하고, 그 최적 결과로 상호 비교하면 아래 그래프와 같이 3차원 MQ 방법이 월등히 성능이 좋다.

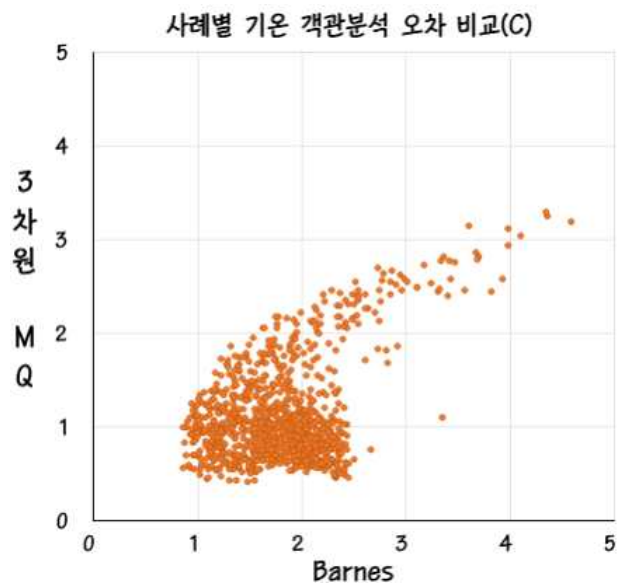
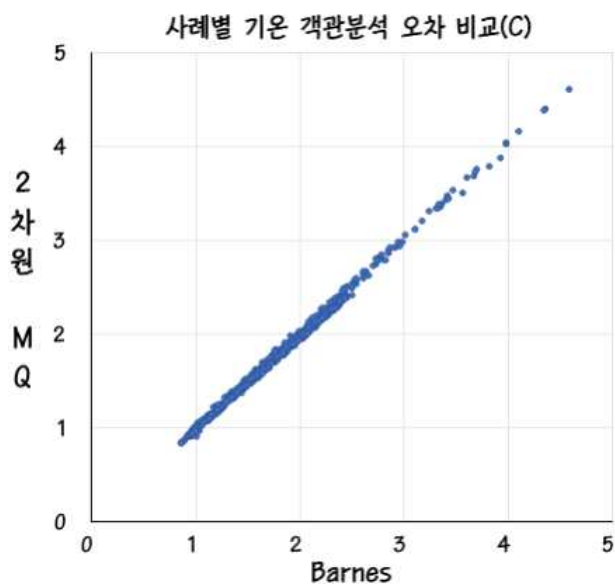


각 객관분석에서 1000개 사례에 대한 오차의 도수분포에서도 3차원 MQ에서 확인한 오차의 감소를 볼 수 있다.



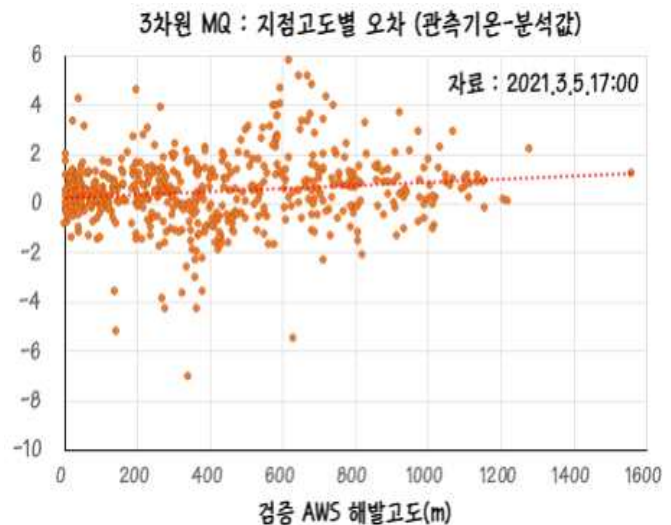
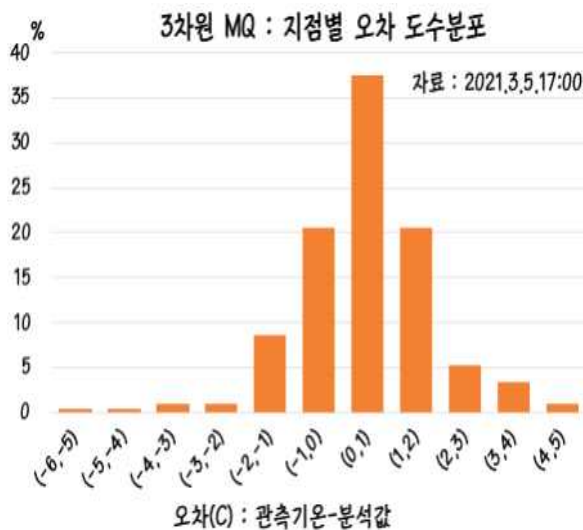
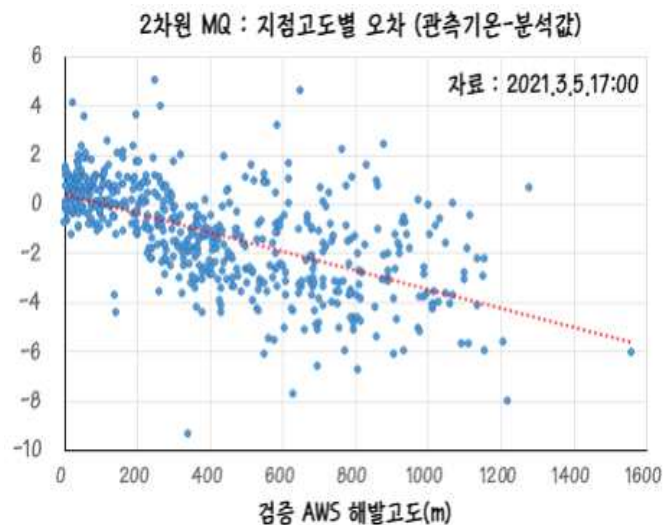
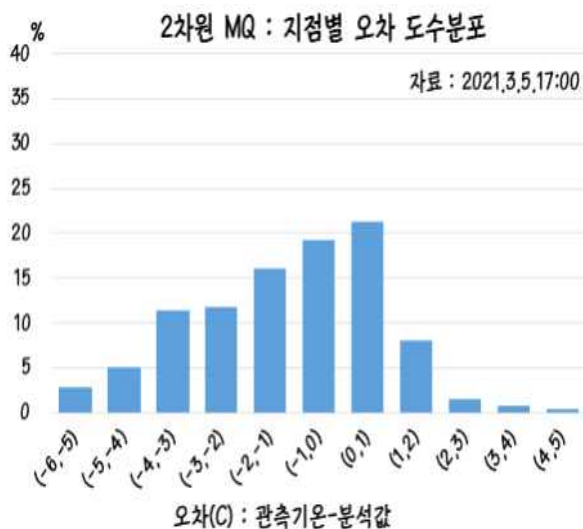
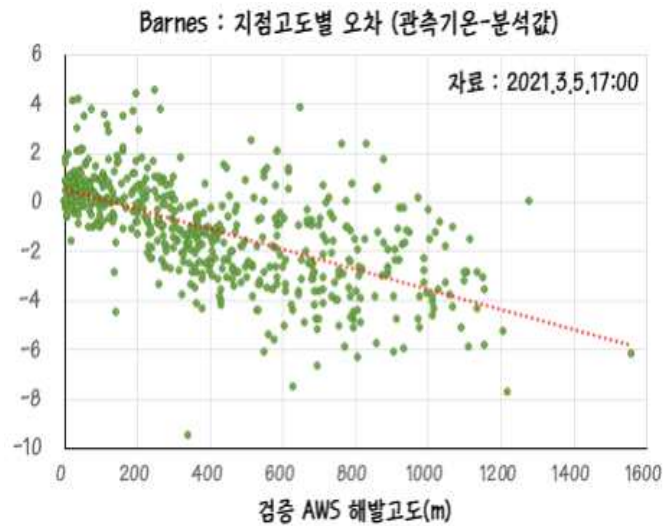
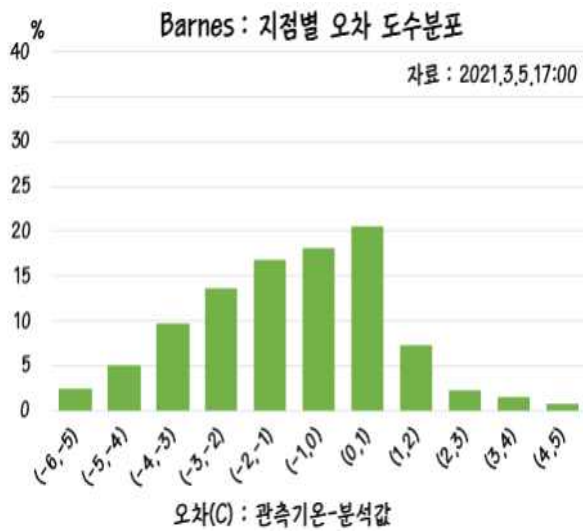


사례별로 Barnes 대비 2차원 및 3차원 MQ 방법에 대한 오차 산포도는 아래와 같다. 위경도만 반영한 Barnes와 2차원 MQ은 거의 비슷한 상관관계를 보여주고 있으나, 지점의 고도를 반영한 3차원 MQ는 확연한 차이를 보여주고 있다.



그 원인은 검증에 사용된 산림청 AWS들이 주로 600m 이상의 높은 산지에 설치되어 있어, 그보다 낮은 지역에 주로 많이 설치된 기상청 AWS에서 수평거리만 고려하는 방식으로는 산출하기가 어려웠던 것으로 판단된다. 3차원 MQ의 경우 높이에 따른 차이 경향을 수학적으로 반영할 수 있어서 큰 폭의 개선이 이루어진 것으로 생각된다.

아래에 각 객관분석의 평균 오차와 비슷한 사례에 대하여 지점별 오차 분포 및 AWS 해발고도와의 관계를 분석한 결과에서도 확인할 수 있다.



아래 분포도는 위 방법들에 의하여 객관분석한 해당 자료의 분포도이다.

모든 자료를 다 Fig.4.4.를 참값이라 하면 그 차이를 알 수 있다. 3차원 MQ는 지형고도를 반영하여 분석한 결과이다.(2차원 방법으로는 할 수 없음)

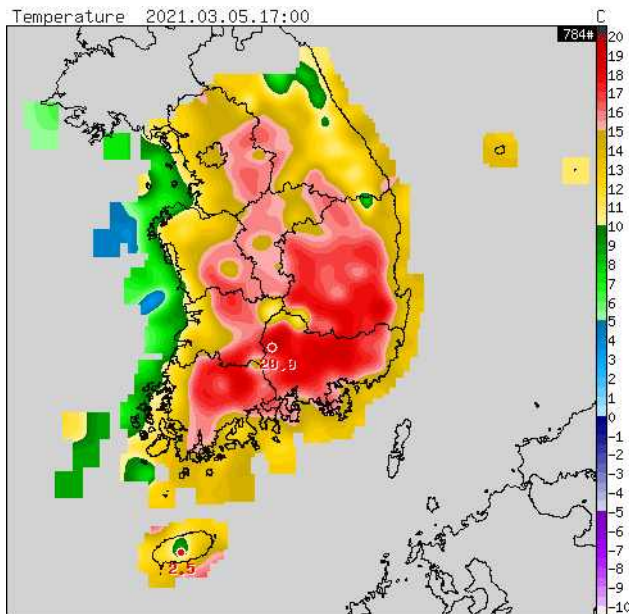


Fig.4.1. Barnes (기상청)

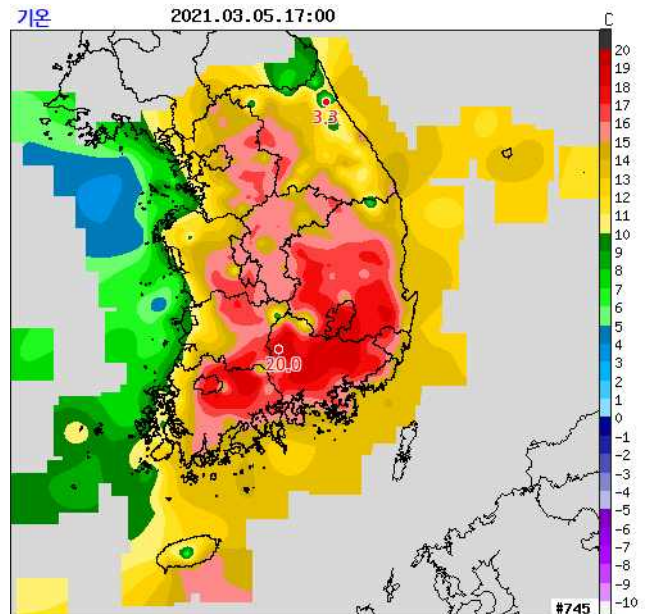


Fig.4.2. 2차원 MQ (기상청)

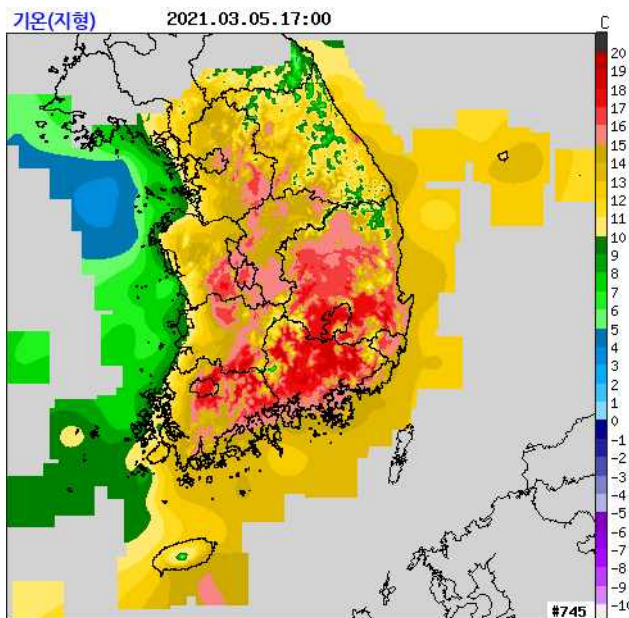


Fig.4.3. 3차원 MQ (기상청)

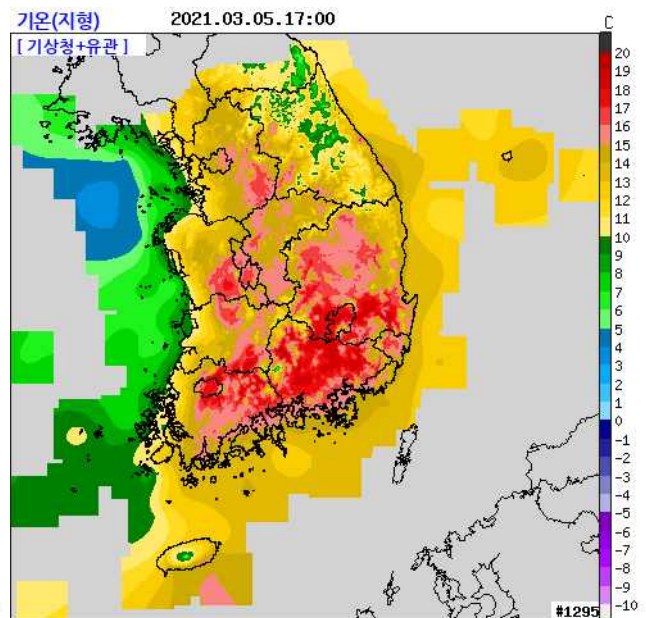


Fig.4.4. 3차원 MQ (기상청+산림청+농진청)

Barnes 방법의 경우, 포도송이처럼 지점이 같이 뭉쳐 있는 경우에 그 지점의 수에 비례하여 주변에 영향이 가중되어 실제보다 영향 면적이 더 크게 나타나는 한계점이 있다.

또한 앞에서 보는 것처럼, 2차원 객관분석에서는 기온과 같이 고도에 따른 차이가 매우 큰 경우에 산악지형과 높은 산 근처 해안선에서 오차를 크게 만들수 있다. 그에 대한 몇가지 사례를 아래와 같이 살펴보았다.

예를 들어, 산림청 함백산(표준지점번호 2904)에 대한 분석 결과를 보면, 산꼭대기와 같이 주변의 관측값보다 높거나 낮은 곳에 대한 2차원 객관분석의 한계를 잘 볼 수 있다.

이러한 차이는 높은 곳에서의 한파주의보, 대설 등의 예·특보에서 특히 중요하다.

지점번호	지점명	고도(m)	기온값
216	태백	714.45	12.9 °C
674	사북	822.28	11.0 °C
581	상동	422.10	15.0 °C
831	석포	663.05	5.1 °C
878	도계	817.04	12.8 °C

→

지점번호	지점명	고도(m)	기온값
2904	함백산	1558.21	5.6 °C
객관분석 방법			분석값
Barnes			11.8 °C
2차원 MQ			11.7 °C
3차원 MQ			4.4 °C

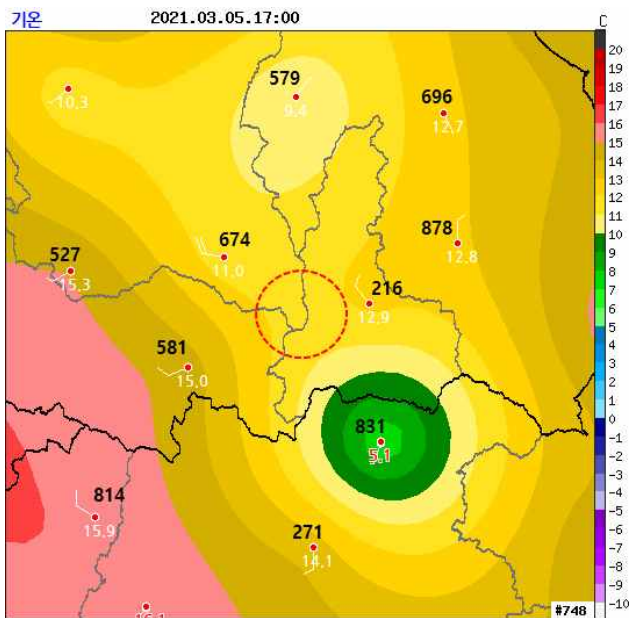


Fig.4.5. 2차원 MQ (기상청)

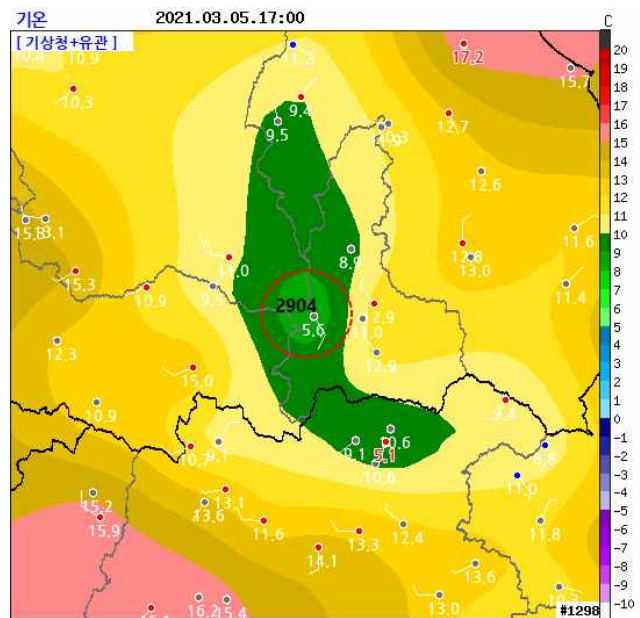


Fig.4.6. 2차원 MQ (기상청+산림청+농진청)

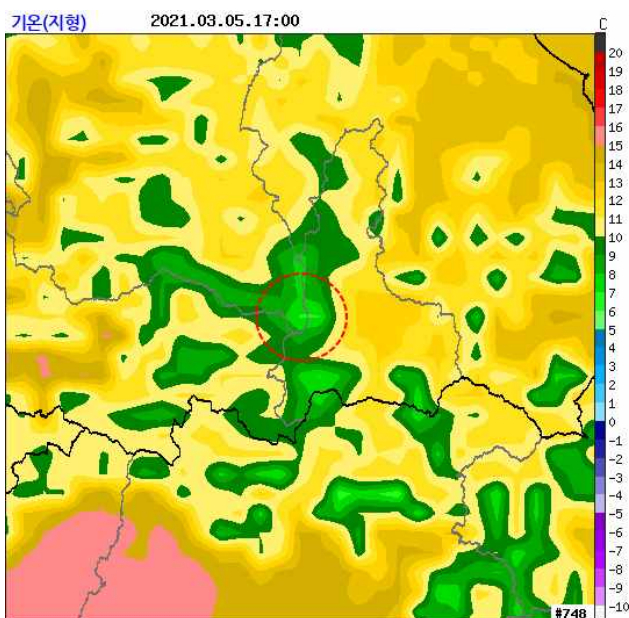


Fig.4.7. 3차원 MQ (기상청)

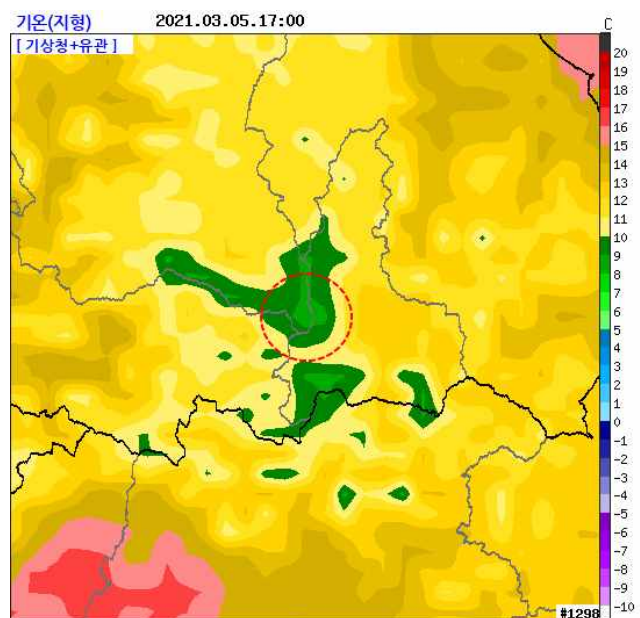


Fig.4.8. 3차원 MQ (기상청+산림청+농진청)

강원도 동해안이나 제주도나 같이 높은 산 옆에 있는 해안선에서의 객관분석 값은 수평거리로 더 가까운 높은 지대의 관측값이 있는 경우, 그 영향이 더 크게 작용하여 분석 결과가 왜곡된다. 농촌진흥청의 조천읍 신촌리(표준지점번호 9711)의 예를 들면, 2차원 분석의 경우에 더 가까운 높은 대흘 지점의 관측값의 영향을 더 크게 받아서 오차가 커졌다. 이런 차이는 여름철 폭염 시 특히 중요할 수 있다.

지점번호	지점명	고도(m)	기온값
184	제주	20.79	12.2 °C
861	월정	34.00	12.7 °C
330	대흘	144.41	11.6 °C



지점번호	지점명	고도(m)	기온값
9711	신촌리	37.60	13.0 °C
객관분석 방법			분석값
Barnes			11.0 °C
2차원 MQ			11.8 °C
3차원 MQ			12.6 °C

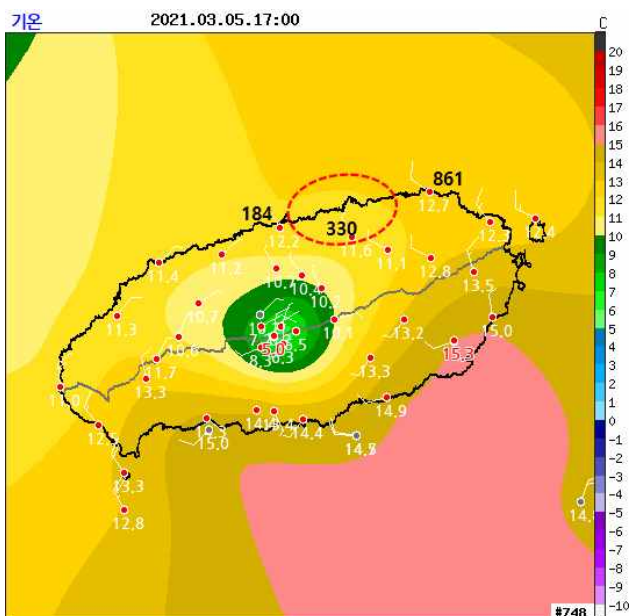


Fig.4.9. 2차원 MQ (기상청)

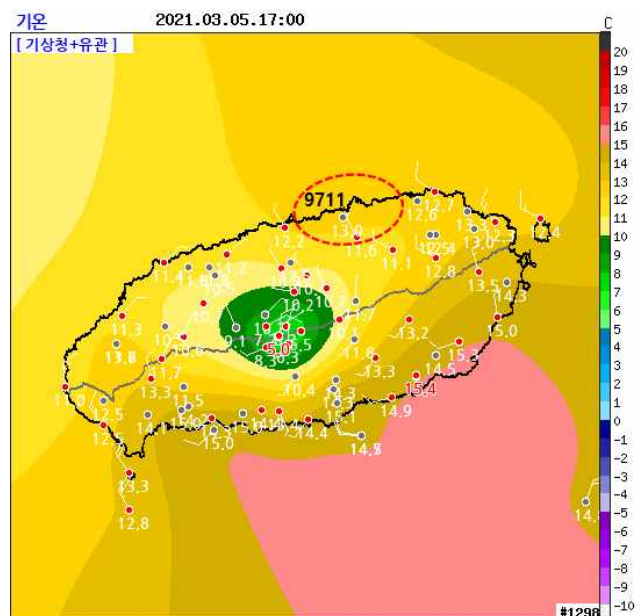


Fig.4.10. 2차원 MQ (기상청+산림청+농진청)

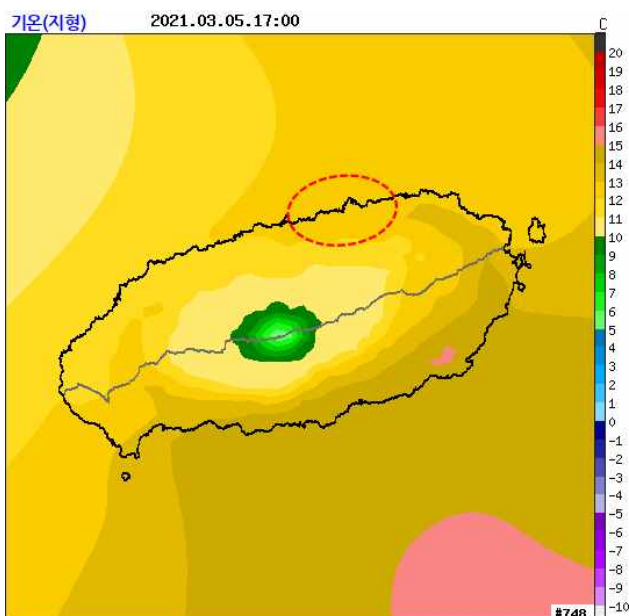


Fig.4.11. 3차원 MQ (기상청)

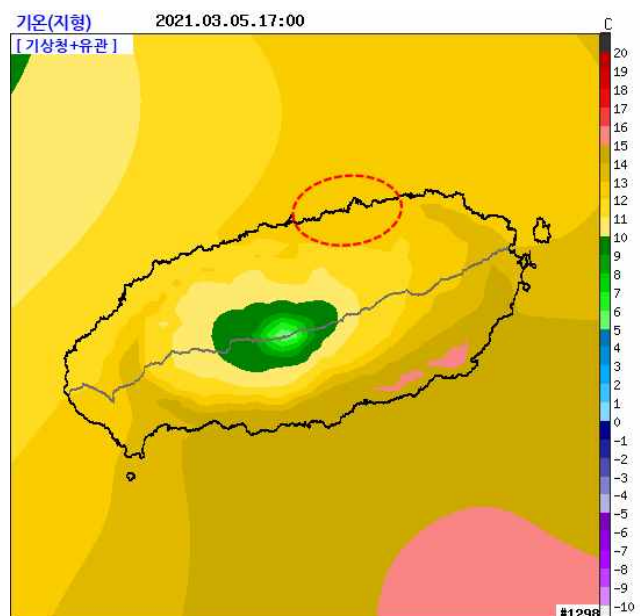
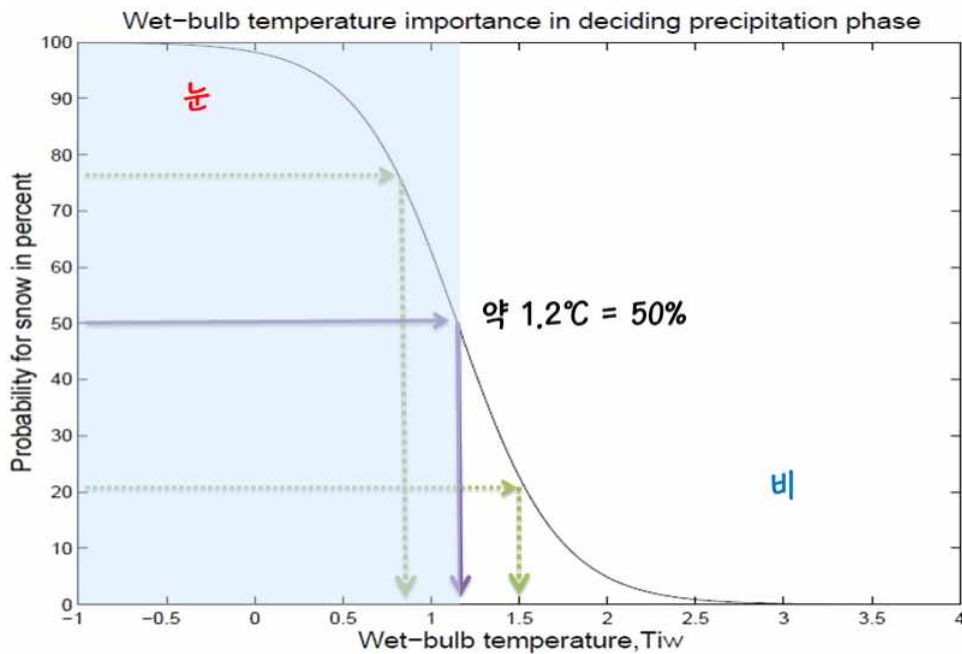


Fig.4.12. 3차원 MQ (기상청+산림청+농진청)

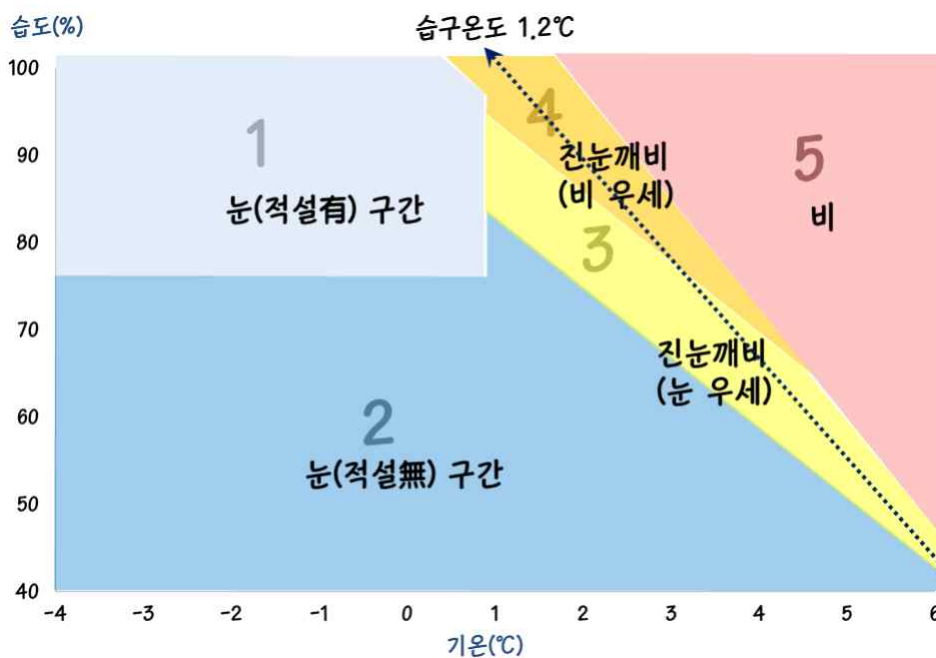
5. 3차원 MQ 기반의 눈·비 판별 및 검증

5.1. 지상 기온 및 습도 기반의 눈·비 판별법

미국과 유럽에서 오랜 기간의 눈·비 관측과 습구온도 간의 비교 분석 결과, 지상의 습구온도 1.2도 기준으로 눈·비가 구분될 수 있다고 하였다.



그리고 기상청 예보국의 한상은 등이 다년간의 기상청 기상관측소의 눈·비·진눈깨비 목측 결과와 기온, 습도 관측값을 분석하여 일본의 마즈노 방법을 한반도에 맞게 개선한 "수정된 마즈노 방법"을 개발하였다.

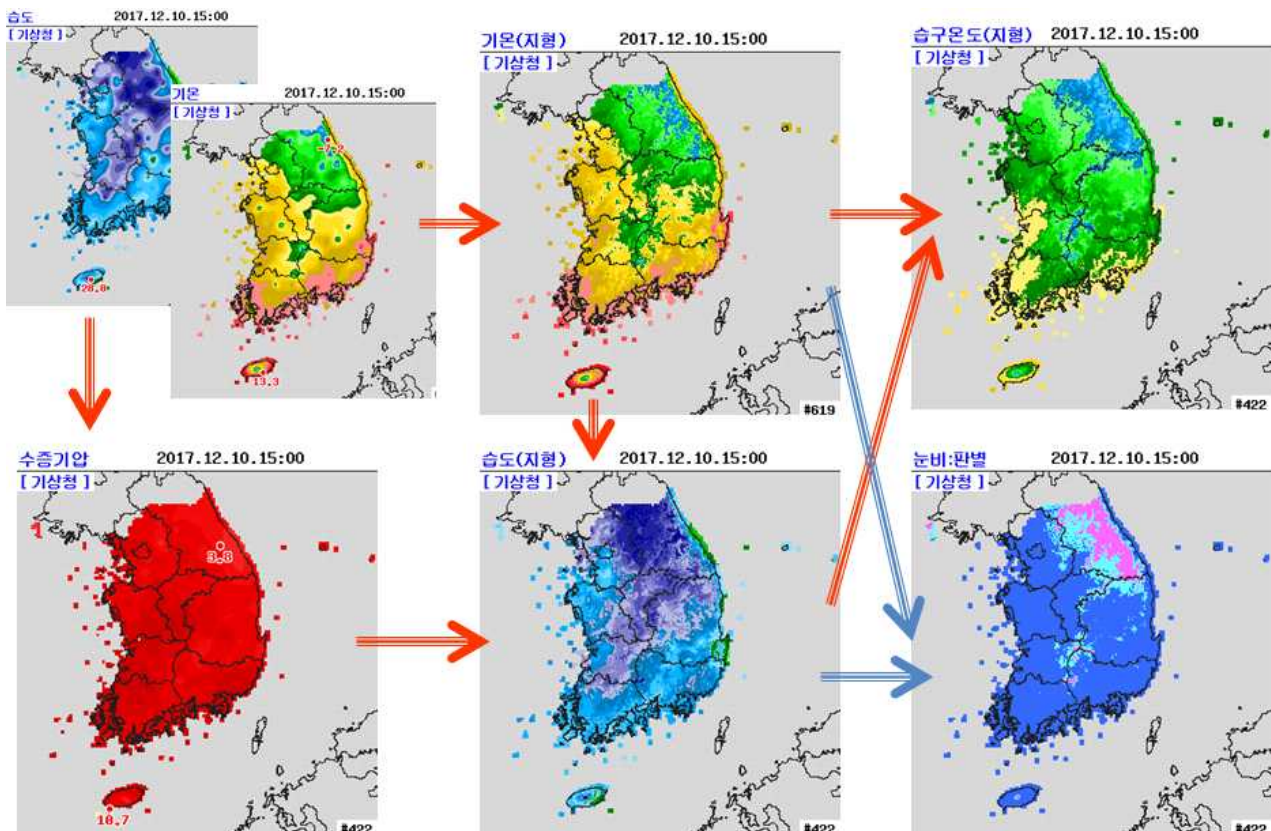


5.2. 3차원 MQ기반의 눈비 판별 방법 및 검증 사례

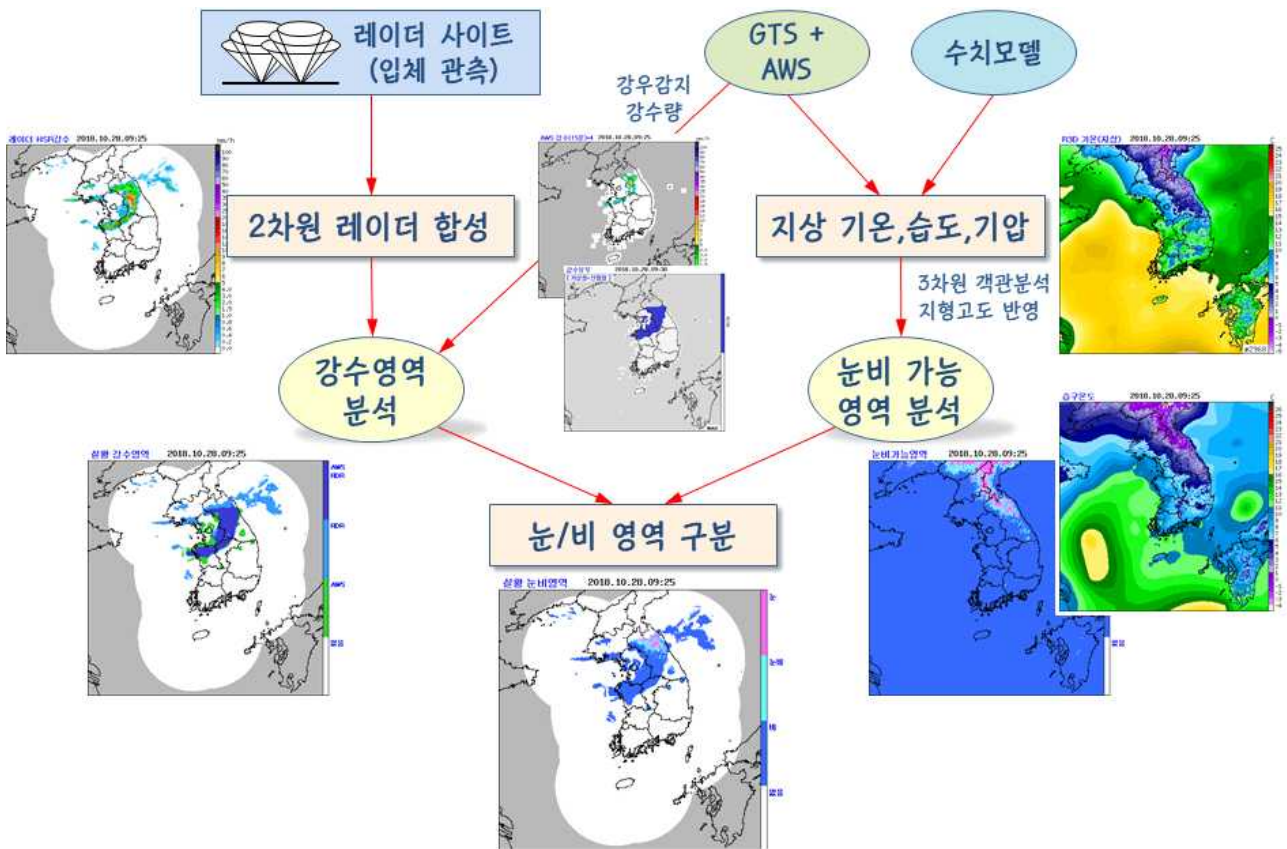
앞에서 설명한 습구온도 1.2C 기준이나 마즈노 방법을 사용하면 상당한 정확도로 눈·비 구분이 가능하나, 관측지점이 아닌 전국 단위 즉 각 격자마다의 눈비 구분의 경우에는 해당 격자점의 지형 고도에 맞는 기온과 습도값이 있어야 산악까지도 고려한 정확한 습구온도와 눈비 판정식 적용이 가능하다.

이를 위하여 다음과 같은 순서로 지형고도를 감안한 습구온도 및 기온·습도를 산출하여 눈·비 판별을 할 수 있다.

- ① 지형고도를 적용한 3차원 객관분석으로 격자점마다의 **기온값**을 계산한다.
- ② 습도는 기온에 따른 상대값이라 그대로 객관분석 시 오류의 원인이 되므로, 기온의 영향을 덜 받는 **수증기압**으로 전환하여 객관분석한다.
- ③ ①에서 산출된 지형고도가 반영된 기온값에서 포화수증기압을 계산하고, ②의 수증기압과 함께 **상대습도**를 산출한다.
- ④ ①과 ③에서 산출된 기온과 상대습도로 **습구온도**를 계산한다.
- ⑤ 마찬가지로 한상은의 "수정된 마즈노 방법"을 사용하여 **눈·비 가능영역** 산출한다.
- ⑥ 위 영역을 현재 **강수영역**에 대입하면, 현재 강수영역에서 눈과 비 영역에 대한 판별이 가능하다.

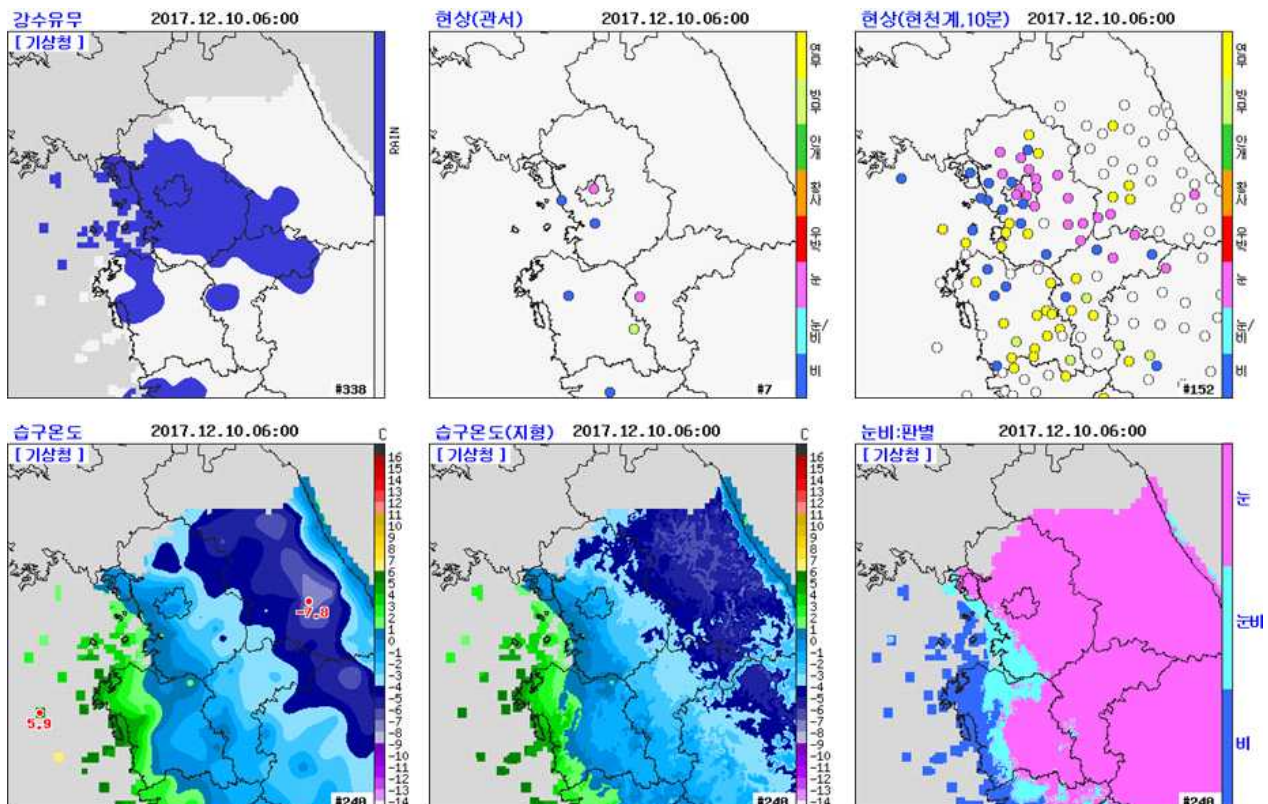


전체적인 과정은 아래와 같이 순서에 따라 산출될 수 있다.

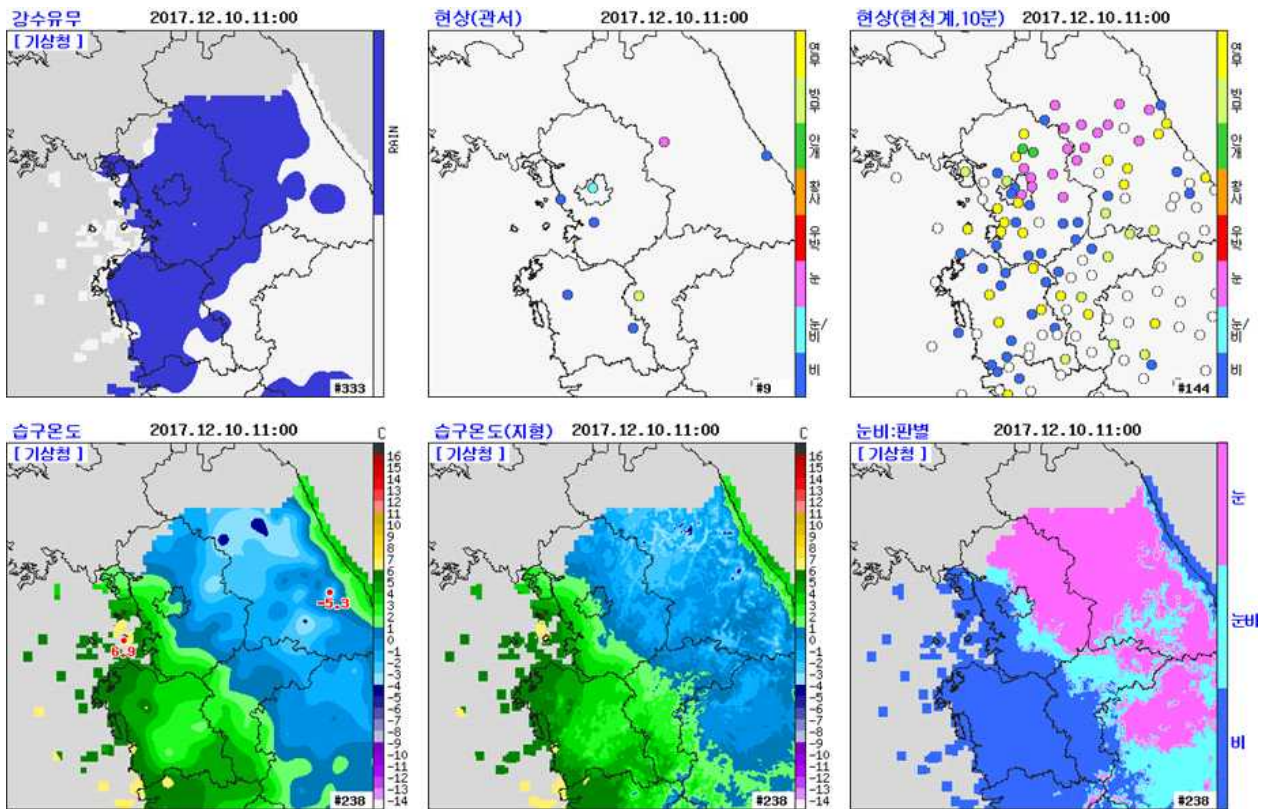


아래 사례들은 2017년 12월 10일 강설에 대하여, 목측 현천 및 현상계로 검증한 자료이다.

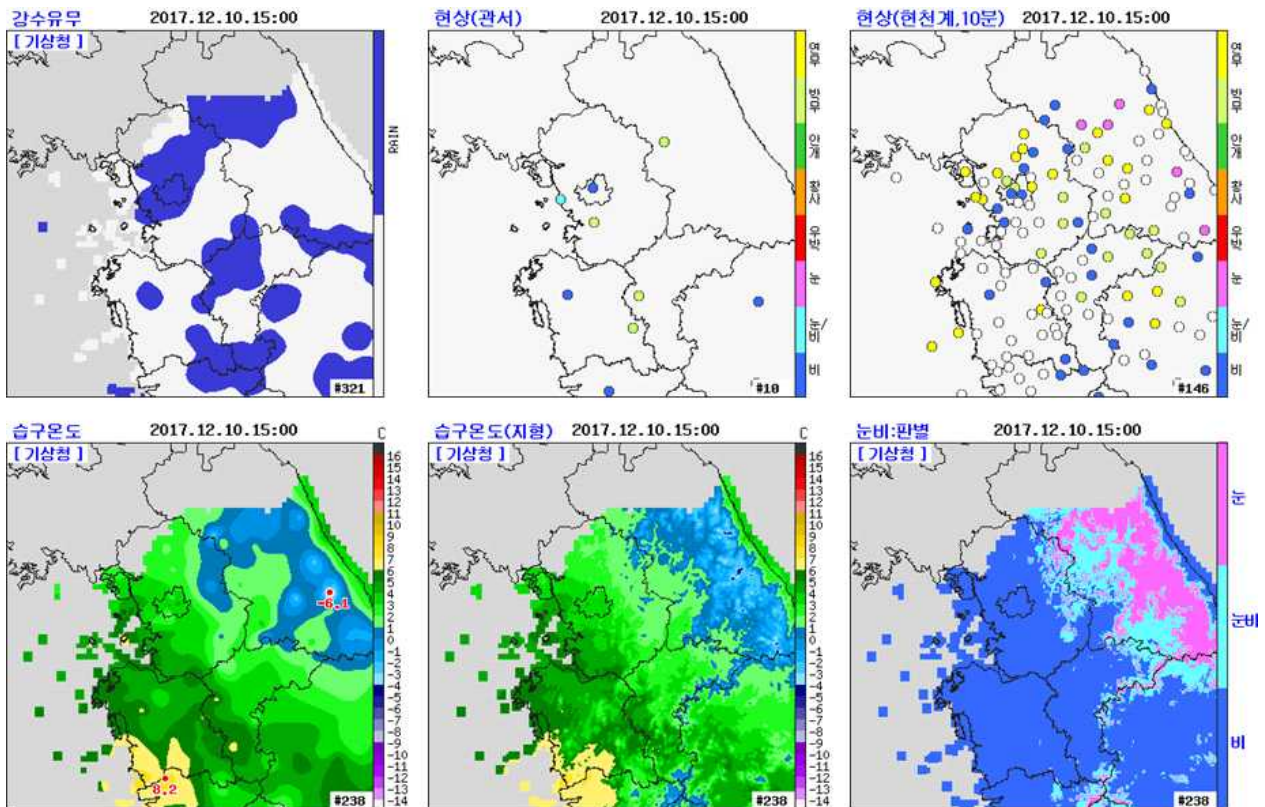
< 2017년 12월 10일 6시 사례 >



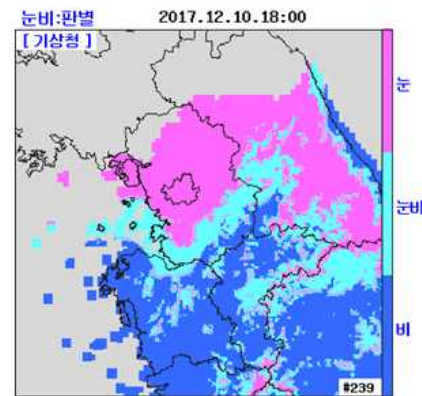
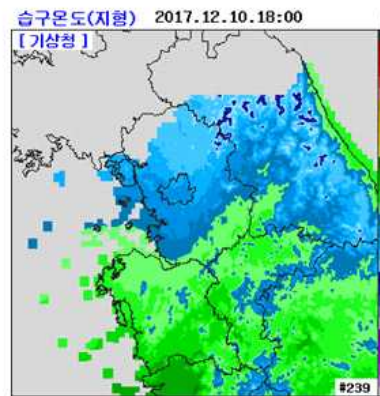
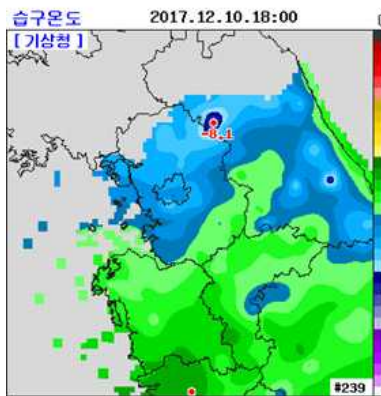
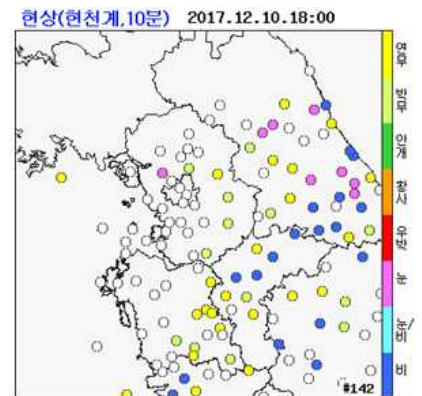
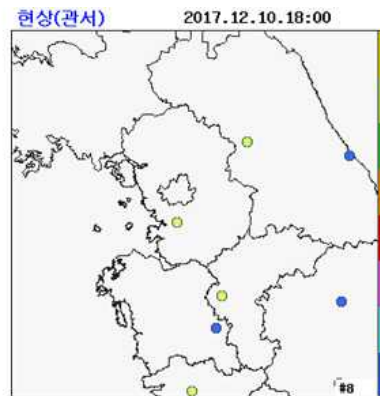
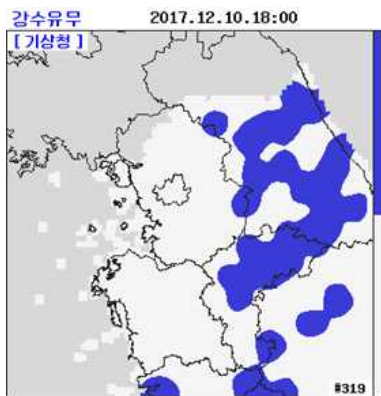
< 2017년 12월 10일 11시 사례 >



< 2017년 12월 10일 15시 사례 >



< 2017년 12월 10일 18시 사례 >



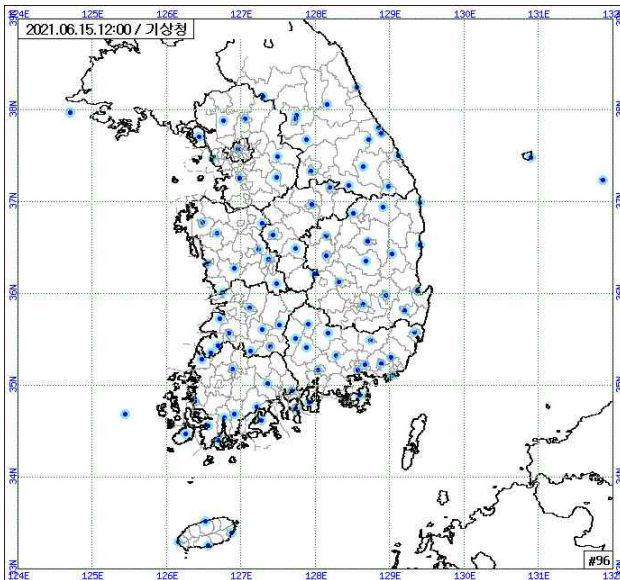
6. 참고문헌

- Barnes, S. L., 1964: A technique for maximizing detail in numerical weather map analysis. *J. Appl. Meteor.*, **3**, 395-409.
- Barnes, S. L., 1973: Mesoscale objective map analysis using weighted time-series observation. NOAA Tech. Memo. ERL NSSL-62, National Severe Storms Laboratory, Norman, OK, 60pp. [NTIS COM-72-10781.]
- Barnes, S. L., 1994: Applications of Barnes objective analysis schem. Part I: Effects of undersampling, wave position, and station randomness. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **11**, 1433-1448.
- Barnes, S. L., 1994: Applications of Barnes objective analysis schem. Part II: Improving Derivative Estimates. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **11**, 1449-1458.
- Barnes, 1995: Comments on "Use of multiquadric interpolation for meteorological objective analysis." *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 2255-2256.
- Caracena, F., 1987: Analytic approximation of discrete field samples with weighted sums and gridless computation of field derivatives. *J. Atmos. Sci.*, **44**, 3733-3768.
- Hardy, R. L., 1971: Multiquadric equations of topography and other irregular surface. *J. Geophys. Res.*, **76**, 1905-1915.
- Hardy, R. L., 1990: Theory and applications of the multiquadric-biharmonic method. *Compu. Math. Appl.*, **19**, 163-208
- Nuss, W. A., and D. W. Titley, 1994: Use of multiquadric interpolation for meteorological objective analysis. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 1611-1631.
- Nuss, W. A., 1995: Reply on "Use of multiquadric interpolation for meteorological objective analysis." *Mon. Wea. Rev.*, 2257-2259.
- Pauley, P. M., and X. Wu, 1990: The theoretical, discrete, and actual response of the Barnes objective analysis scheme for one- and two dimensional fields. *Mon. Wea. Rev.*, **118**, 1145-1163.

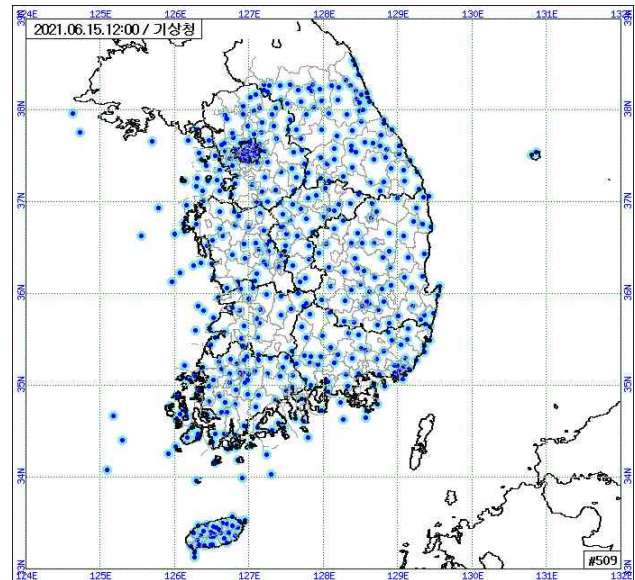
부록 A. 분석에 사용된 관측 지점 및 사례 특성

■ 분석 및 검증에 사용된 AWS 공간 분포도

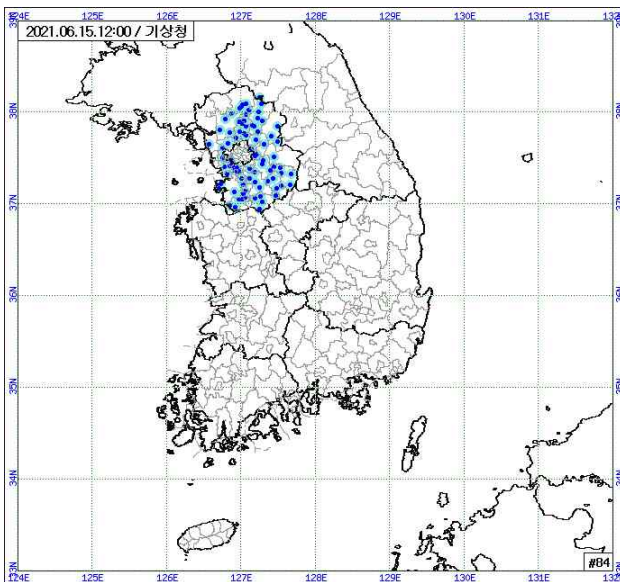
분석에 사용한 지점은 주로 같이 분석하는 기상청 ASOS, AWS, 직접 수집하는 경기도 AWS를 대상으로 하였으며, 2021년 6월 기준으로 총 689소이다.



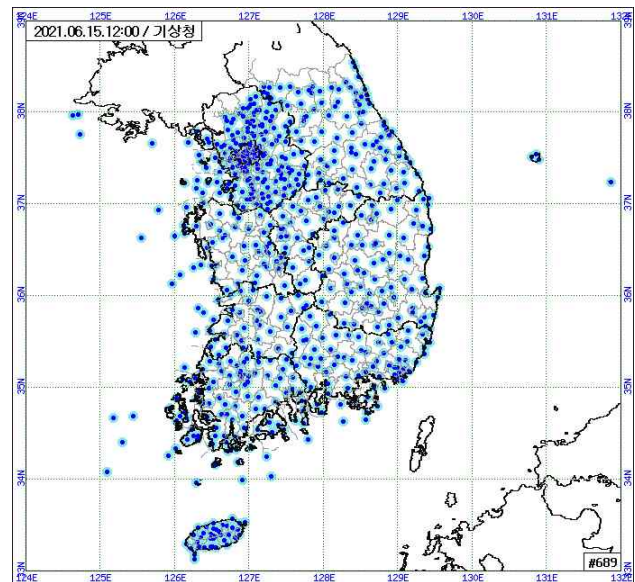
기상청 ASOS 96소



기상청 AWS 509소

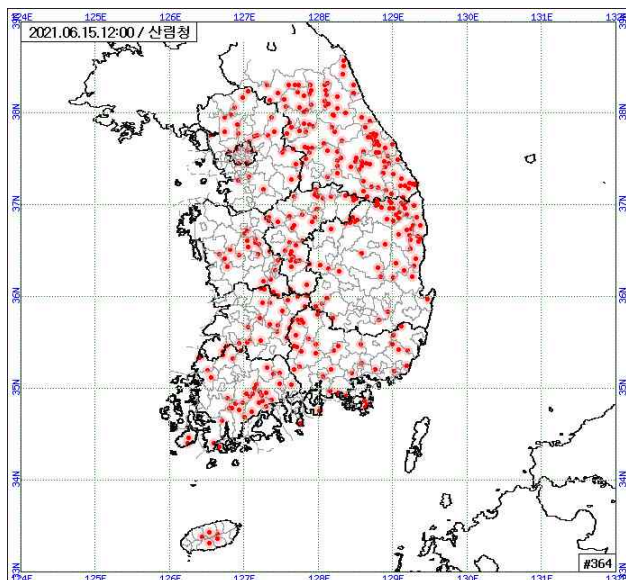


직접 수신 경기도AWS 84소

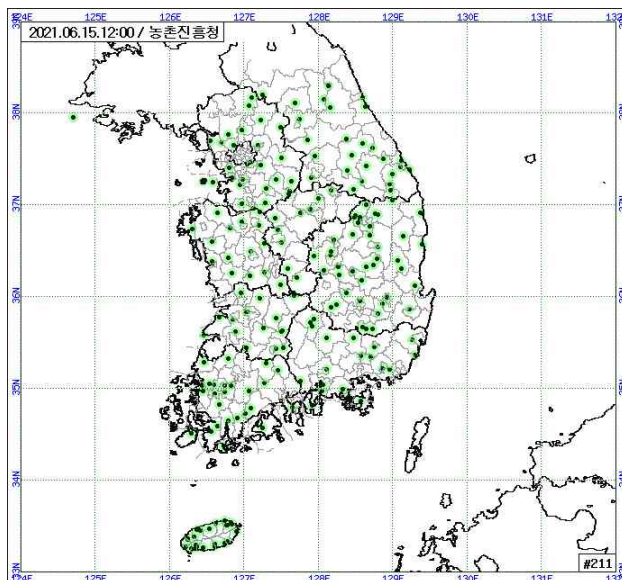


전체 분석지점 689소

객관분석 결과 검증은 산림청AWS 364소와 농촌진흥청AWS 211소의 관측자료를 사용하였다. 산림청은 기상청이 설치가 적은 높은 산지에 많이 분포하고 있어서 사각지대 검증에 용이하다.



산림청 364소

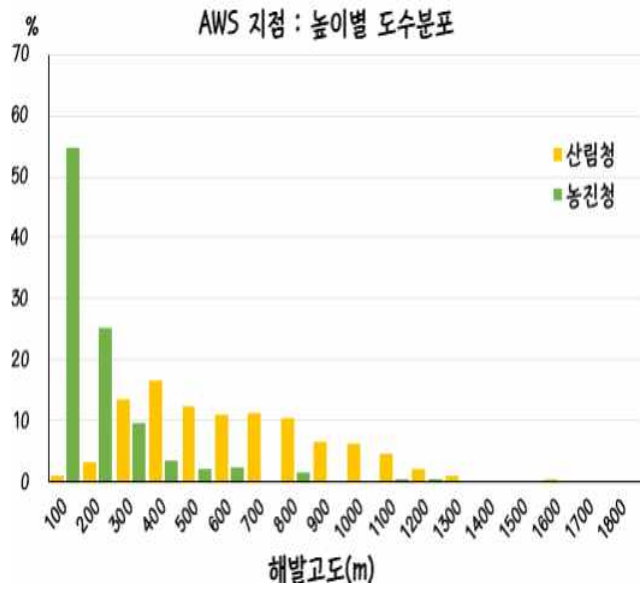
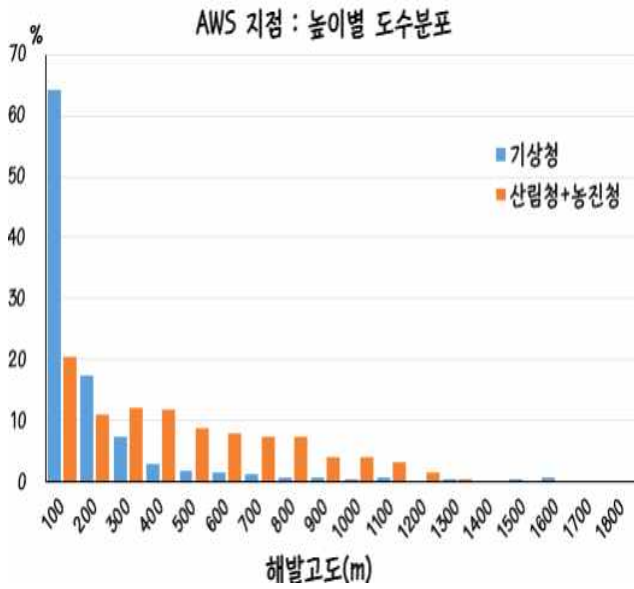


농촌진흥청 211소

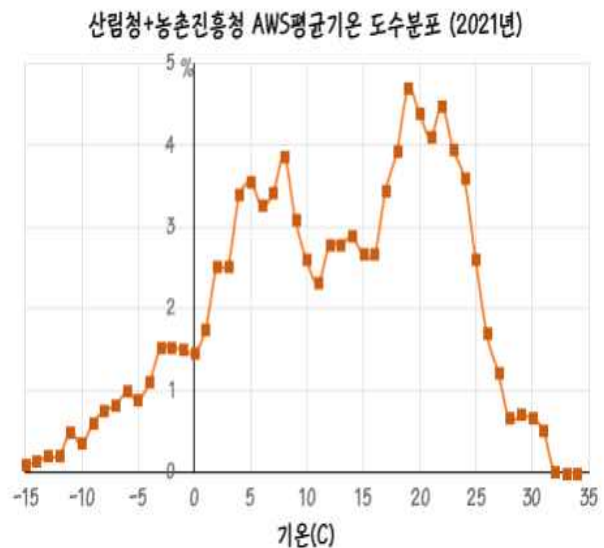
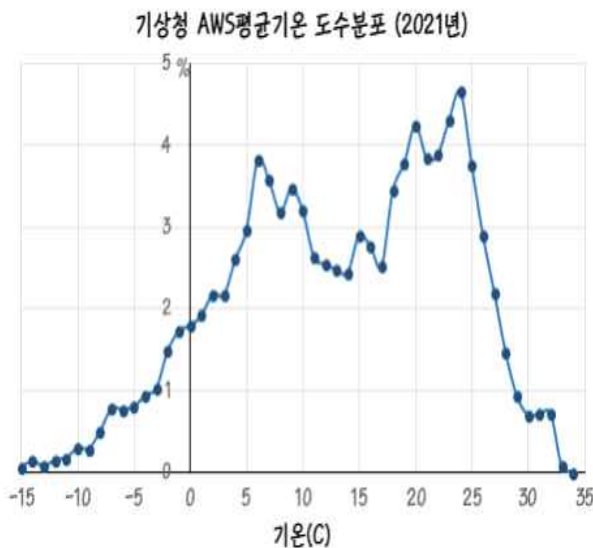
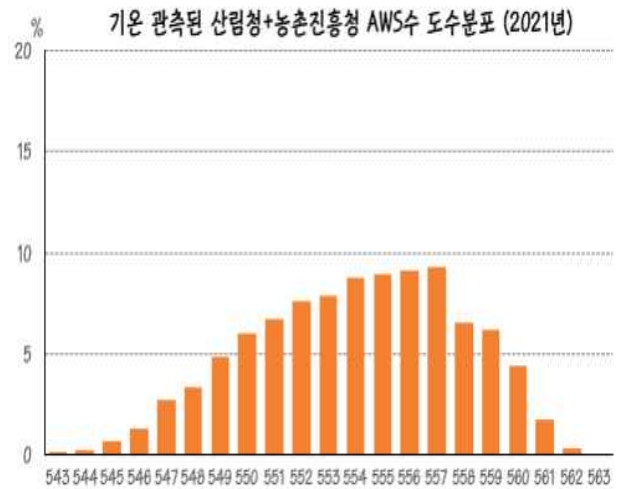
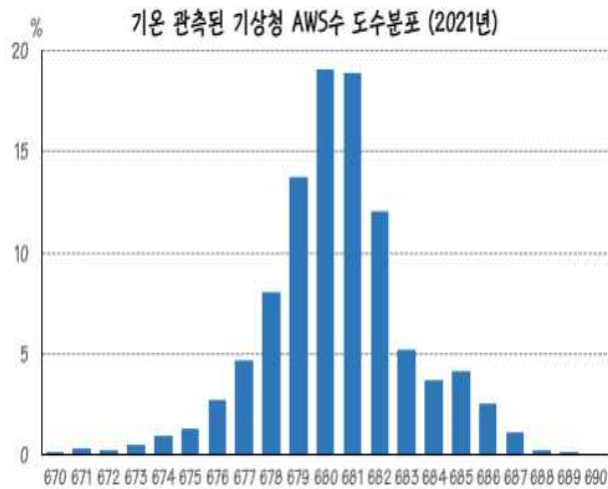
■ 기관별 AWS 해발고도 분포

기관별 AWS의 고도 분포를 보면, 기상청은 100m 이하에 64%가 위치하고 있고, 농촌진흥청은 55%가 위치하고 있는 반면에 산림청은 500m 이상이 절반 이상을 차지하고 있다. 우리나라의 지형 고도 분포를 볼 때, 기상청은 너무 낮은 고도에 많이 있고, 산림청은 산악에 주로 위치하고 있어서, 3개 청을 통합 분석하면 한반도 기상분석에 좋은 효과를 볼 수 있을 것으로 생각된다.

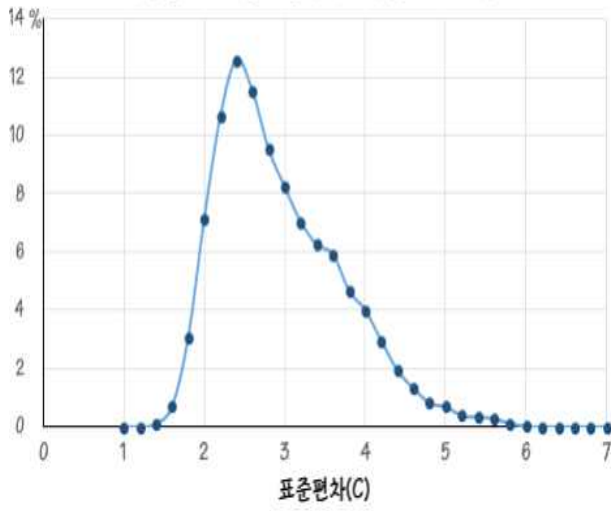
구간	기상청			산림청+농진청			산림청			농진청		
	지점 수	도수 (%)	누적 도수	지점 수	도수 (%)	누적 도수	지점 수	도수 (%)	누적 도수	지점 수	도수 (%)	누적 도수
~100m	436	64.1	64.1	112	20.4	20.4	3	0.9	0.9	109	54.8	54.8
100~200m	554	17.4	81.5	173	11.1	31.5	14	3.1	4.0	159	25.1	79.9
200~300m	604	7.4	88.8	239	12.0	43.5	61	13.4	17.4	178	9.5	89.4
300~400m	624	2.9	91.8	304	11.8	55.3	119	16.5	33.9	185	3.5	93.0
400~500m	636	1.8	93.5	352	8.7	64.0	163	12.5	46.4	189	2.0	95.0
500~600m	646	1.5	95.0	396	8.0	72.0	202	11.1	57.5	194	2.5	97.5
600~700m	655	1.3	96.3	436	7.3	79.3	242	11.4	68.9	194	0.0	97.5
700~800m	660	0.7	97.1	476	7.3	86.5	279	10.5	79.5	197	1.5	99.0
800~900m	665	0.7	97.8	499	4.2	90.7	302	6.6	86.0	197	0.0	99.0
900~1000m	667	0.3	98.1	521	4.0	94.7	324	6.3	92.3	197	0.0	99.0
1000~1100m	671	0.6	98.7	538	3.1	97.8	340	4.6	96.9	198	0.5	99.5
1100~1200m	671	0.0	98.7	546	1.5	99.3	347	2.0	98.9	199	0.5	100.0
1200~1300m	673	0.3	99.0	549	0.5	99.8	350	0.9	99.7	199	0.0	100.0
1300~1400m	673	0.0	99.0	549	0.0	99.8	350	0.0	99.7	199	0.0	100.0
1400~1500m	675	0.3	99.3	549	0.0	99.8	350	0.0	99.7	199	0.0	100.0
1500~1600m	679	0.6	99.9	550	0.2	100.0	351	0.3	100.0	199	0.0	100.0
1600~1700m	680	0.1	100.0	550	0.0	100.0	351	0.0	100.0	199	0.0	100.0
1700~1800m	680	0.0	100.0	550	0.0	100.0	351	0.0	100.0	199	0.0	100.0



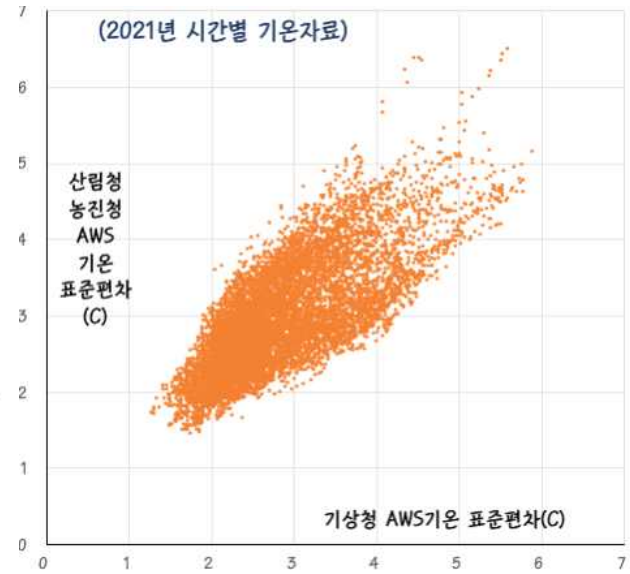
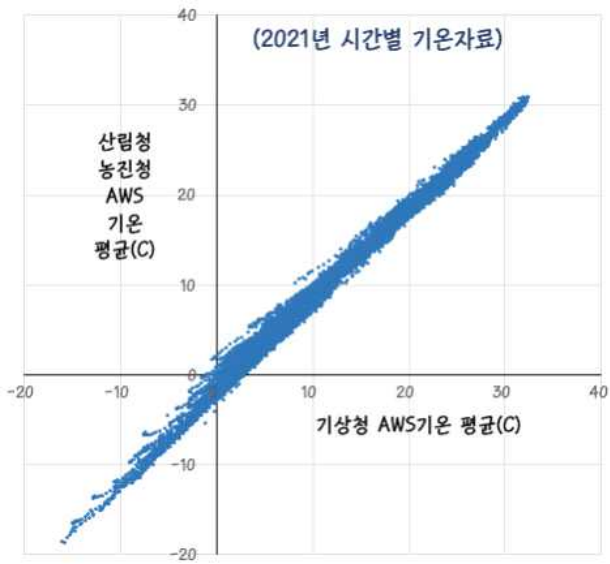
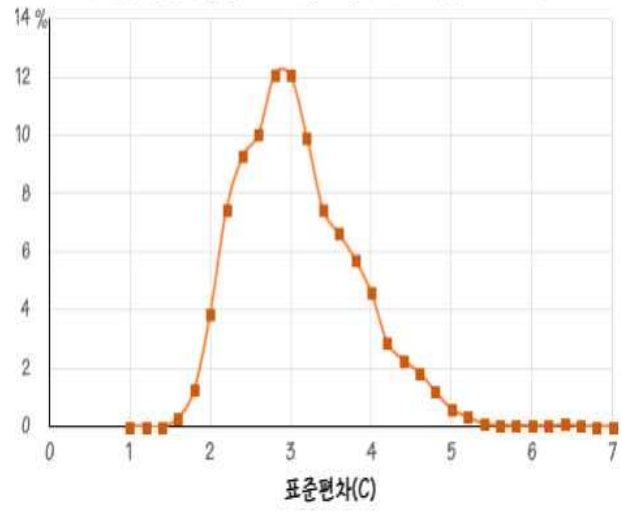
■ 2021년 기온자료의 특성 (356일*24시간=8760개 사례)



기상청 AWS기온 표준편차 도수분포 (2021년)



산림청+농촌진흥청 AWS기온 표준편차 도수분포 (2021년)



부록 B. 검증에 사용된 사례 목록

A1 : 사례 시각 (KST) ... 21년도 정시자료 중에서 1000개 랜덤 선택

A2 : 해당 사례의 기상청 관측지점 수
 A3 : 해당 사례의 기상청 관측자료 평균 기온(℃)
 A4 : 해당 사례의 기상청 관측자료 절대 오차(℃)
 A5 : 해당 사례의 기상청 관측자료 표준편차(℃)

A6 : 해당 사례의 산림청+농촌진흥청 관측지점 수
 A7 : 해당 사례의 산림청+농촌진흥청 관측자료 평균 기온(℃)
 A8 : 해당 사례의 산림청+농촌진흥청 관측자료 절대 오차(℃)
 A9 : 해당 사례의 산림청+농촌진흥청 관측자료 표준편차(℃)

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
2021.01.01.14:00	679	0.51	2.29	2.86	552	-1.83	2.75	3.42
2021.01.02.00:00	678	-2.90	2.72	3.56	527	-4.75	2.69	3.59
2021.01.02.05:00	678	-4.78	3.94	4.85	540	-6.32	3.47	4.37
2021.01.02.06:00	678	-5.18	4.16	5.07	547	-6.71	3.57	4.48
2021.01.02.09:00	678	-4.77	4.07	4.94	548	-6.52	3.56	4.49
2021.01.02.13:00	679	0.07	2.58	3.24	552	-2.09	3.03	3.89
2021.01.02.17:00	679	-1.15	2.24	2.97	551	-3.55	2.93	3.73
2021.01.03.03:00	679	-6.38	3.57	4.39	548	-8.27	3.15	3.98
2021.01.03.05:00	678	-6.71	4.02	4.77	546	-8.56	3.44	4.25
2021.01.03.06:00	679	-6.83	4.22	4.94	547	-8.68	3.57	4.38
2021.01.04.02:00	679	-6.02	3.89	4.76	547	-6.97	3.14	3.95
2021.01.04.05:00	679	-7.15	3.99	4.87	547	-7.77	3.22	3.98
2021.01.04.10:00	678	-3.25	3.62	4.49	548	-4.29	3.37	4.23
2021.01.04.13:00	679	1.82	2.97	3.44	548	0.38	3.09	3.85
2021.01.04.14:00	678	2.50	2.98	3.45	548	1.01	3.06	3.82
2021.01.05.12:00	680	-0.42	3.27	3.90	547	-2.46	3.40	4.23
2021.01.05.19:00	681	-4.17	3.10	3.86	549	-6.49	3.27	4.12
2021.01.06.00:00	680	-7.71	4.03	4.86	550	-9.63	3.50	4.39
2021.01.07.15:00	679	-9.48	2.78	3.46	549	-11.98	3.21	4.10
2021.01.07.17:00	679	-10.63	2.79	3.56	549	-13.29	3.33	4.23
2021.01.07.18:00	678	-11.51	2.90	3.69	549	-14.34	3.38	4.33
2021.01.07.19:00	680	-12.23	3.04	3.92	550	-15.00	3.39	4.40
2021.01.08.11:00	677	-11.43	3.27	4.03	550	-13.78	3.65	4.68
2021.01.08.17:00	677	-9.38	2.98	3.74	550	-11.94	3.40	4.34
2021.01.09.05:00	677	-14.68	4.38	5.52	546	-16.26	3.74	4.91
2021.01.10.02:00	680	-11.88	3.87	4.83	548	-13.35	3.25	4.25
2021.01.10.06:00	678	-12.85	4.42	5.48	545	-13.67	3.48	4.51
2021.01.10.07:00	678	-12.88	4.53	5.62	546	-13.57	3.60	4.66
2021.01.11.11:00	676	-4.70	3.47	4.14	549	-5.96	3.07	3.83
2021.01.11.15:00	678	-2.12	2.60	3.12	552	-4.01	2.88	3.62
2021.01.11.19:00	678	-4.03	2.99	3.61	552	-5.88	2.98	3.73
2021.01.11.22:00	678	-6.14	3.51	4.26	546	-7.37	2.98	3.69
2021.01.12.11:00	677	-2.08	3.16	3.84	548	-3.82	3.00	3.70
2021.01.12.14:00	676	1.29	2.27	2.84	551	-0.65	2.85	3.52
2021.01.12.19:00	677	-0.83	2.17	2.85	553	-2.74	2.43	3.04
2021.01.12.20:00	677	-1.06	2.30	3.05	553	-2.84	2.41	3.03
2021.01.13.03:00	676	-2.66	3.12	4.07	549	-3.26	2.28	2.95
2021.01.13.13:00	677	7.35	2.44	3.08	553	5.32	3.19	3.98
2021.01.14.01:00	679	1.70	2.85	3.67	553	1.19	2.56	3.17
2021.01.14.15:00	676	8.88	2.71	3.19	555	7.69	3.03	3.77
2021.01.14.18:00	680	4.33	2.92	3.55	476	3.71	2.88	3.53
2021.01.15.00:00	679	0.69	4.15	4.99	557	1.44	3.38	4.13
2021.01.15.05:00	678	1.37	4.17	5.02	553	2.09	3.43	4.23
2021.01.15.17:00	680	9.69	3.41	3.95	555	8.55	3.21	3.84
2021.01.15.23:00	680	3.93	3.49	4.23	554	2.50	3.24	3.99
2021.01.16.02:00	679	1.67	3.46	4.17	555	0.19	3.12	3.85
2021.01.16.05:00	680	-0.40	3.23	3.91	553	-2.00	2.99	3.74
2021.01.16.07:00	680	-1.51	3.13	3.83	553	-3.24	2.96	3.70
2021.01.16.08:00	680	-2.01	3.17	3.89	553	-3.70	3.01	3.75
2021.01.16.13:00	679	0.69	3.06	3.68	556	-0.90	3.14	3.90
2021.01.16.19:00	680	-2.71	2.68	3.35	555	-5.06	3.01	3.77
2021.01.17.19:00	680	-3.17	2.11	2.80	553	-5.62	2.69	3.37
2021.01.18.15:00	678	1.89	3.04	3.71	515	-1.03	3.64	4.57
2021.01.18.16:00	677	1.50	3.14	3.81	550	-1.14	3.76	4.68
2021.01.19.02:00	679	-7.18	4.27	5.15	546	-9.42	4.10	5.07
2021.01.19.11:00	680	-4.09	3.11	3.82	548	-5.65	3.20	4.14
2021.01.19.14:00	679	-0.51	2.67	3.22	548	-1.91	2.92	3.72
2021.01.20.06:00	677	-7.58	4.42	5.49	549	-6.59	3.62	4.51
2021.01.20.07:00	677	-7.62	4.54	5.63	549	-6.52	3.79	4.69
2021.01.20.16:00	680	7.31	2.22	2.76	550	5.68	2.68	3.38

2021.01.21.08:00	680	0.79	3.33	4.23	549	1.07	2.93	3.83
2021.01.21.09:00	680	2.39	3.27	4.12	551	2.42	2.88	3.73
2021.01.21.12:00	680	8.17	2.67	3.30	550	7.46	2.58	3.36
2021.01.22.10:00	679	6.08	2.11	2.57	551	5.63	2.12	2.65
2021.01.24.03:00	680	4.43	2.78	3.36	549	2.94	2.64	3.26
2021.01.24.06:00	680	3.12	3.15	3.80	548	2.11	2.66	3.29
2021.01.24.15:00	679	10.82	1.83	2.53	551	8.78	2.96	3.60
2021.01.25.02:00	679	2.67	3.20	3.84	549	2.57	2.52	3.15
2021.01.25.11:00	679	7.73	2.33	2.84	552	6.67	2.20	2.80
2021.01.26.03:00	679	4.03	2.62	3.24	553	3.43	2.13	2.74
2021.01.26.08:00	679	4.09	2.26	2.89	551	3.29	1.96	2.64
2021.01.26.16:00	677	6.15	1.57	2.08	553	4.27	2.25	2.82
2021.01.27.03:00	677	1.74	2.32	2.91	551	0.31	2.15	2.74
2021.01.27.08:00	679	-0.08	2.82	3.41	552	-1.38	2.39	3.03
2021.01.27.13:00	679	6.51	1.89	2.40	555	4.76	2.50	3.15
2021.01.27.14:00	680	7.00	1.90	2.43	555	5.40	2.44	3.05
2021.01.27.19:00	679	2.49	2.08	2.60	558	1.07	2.03	2.54
2021.01.28.01:00	679	-0.50	2.26	2.88	557	-1.12	1.86	2.36
2021.01.28.22:00	680	-5.54	2.84	3.50	557	-8.20	3.37	4.21
2021.01.29.14:00	678	-2.92	2.90	3.50	559	-5.08	3.29	4.18
2021.01.29.16:00	680	-2.58	2.78	3.38	558	-4.75	3.17	4.00
2021.01.29.21:00	680	-6.27	3.13	3.87	556	-8.42	3.08	3.87
2021.01.30.01:00	680	-7.32	3.25	4.10	557	-9.26	3.04	3.83
2021.01.30.07:00	680	-5.00	3.12	4.00	556	-6.46	3.01	3.75
2021.01.30.09:00	679	-3.07	3.42	4.29	558	-4.52	3.24	4.02
2021.01.30.18:00	680	3.70	2.67	3.36	557	1.70	3.23	3.96
2021.01.31.06:00	680	-4.17	3.72	4.73	556	-3.71	3.17	3.93
2021.02.01.03:00	680	5.72	3.10	3.85	555	4.72	2.74	3.48
2021.02.01.04:00	680	5.81	3.12	3.86	556	4.78	2.81	3.55
2021.02.01.22:00	681	4.40	2.87	3.47	553	2.94	2.89	3.53
2021.02.02.13:00	680	-1.21	2.56	3.15	551	-3.00	2.89	3.70
2021.02.02.18:00	681	-2.91	2.18	2.92	552	-5.39	2.88	3.64
2021.02.02.19:00	681	-3.43	2.12	2.90	554	-6.07	2.87	3.63
2021.02.02.21:00	681	-4.20	2.12	2.90	554	-6.77	2.74	3.52
2021.02.03.12:00	681	-0.27	2.21	2.85	554	-2.29	2.95	3.85
2021.02.04.02:00	679	0.01	2.48	3.34	555	-2.03	2.82	3.64
2021.02.04.10:00	679	-1.26	3.54	4.19	357	-5.25	3.16	3.94
2021.02.04.16:00	680	2.31	2.87	3.49	557	0.39	3.18	4.00
2021.02.06.05:00	680	0.71	3.35	3.92	557	0.06	2.65	3.21
2021.02.06.14:00	681	9.99	2.05	2.66	557	8.13	2.84	3.57
2021.02.06.21:00	681	5.66	2.36	2.82	556	4.37	2.09	2.51
2021.02.06.22:00	681	5.49	2.44	2.91	556	4.16	2.17	2.60
2021.02.07.00:00	681	5.49	2.44	2.98	556	4.18	2.21	2.67
2021.02.07.07:00	681	2.67	2.29	2.88	554	1.99	1.94	2.41
2021.02.07.08:00	680	2.41	2.27	2.87	546	1.74	1.95	2.41
2021.02.07.13:00	679	9.02	2.88	3.46	555	8.08	2.96	3.66
2021.02.07.22:00	681	2.00	3.06	3.74	556	0.25	2.93	3.69
2021.02.08.07:00	680	-3.45	2.61	3.30	554	-5.68	2.74	3.55
2021.02.08.08:00	681	-3.41	2.55	3.25	554	-5.70	2.76	3.56
2021.02.08.16:00	681	1.26	2.03	2.72	555	-0.74	2.59	3.32
2021.02.09.04:00	679	-5.04	2.79	3.47	554	-7.23	2.60	3.42
2021.02.09.05:00	678	-5.37	2.89	3.57	554	-7.44	2.58	3.41
2021.02.10.09:00	681	-0.40	2.75	3.33	557	-1.57	2.25	2.91
2021.02.10.22:00	681	2.23	2.30	2.81	554	1.08	2.04	2.53
2021.02.11.00:00	681	1.70	2.39	2.90	557	0.65	2.11	2.59
2021.02.11.02:00	682	1.30	2.37	2.92	556	0.27	2.12	2.61
2021.02.11.11:00	682	6.07	1.87	2.46	554	5.31	2.02	2.58
2021.02.11.15:00	682	10.21	1.38	1.88	556	9.55	1.53	1.89
2021.02.12.07:00	681	0.32	3.24	4.05	555	1.77	2.83	3.47
2021.02.12.08:00	680	0.44	3.26	4.07	555	1.96	2.92	3.57
2021.02.13.02:00	682	0.91	3.26	4.06	553	3.13	3.31	3.93
2021.02.13.05:00	681	-0.08	3.60	4.49	553	2.25	3.66	4.38
2021.02.14.00:00	682	3.48	2.75	3.50	552	5.61	3.02	3.60
2021.02.14.17:00	680	12.08	1.73	2.35	552	11.36	2.04	2.56
2021.02.14.23:00	680	7.06	2.00	2.52	551	6.84	1.68	2.17
2021.02.15.05:00	680	6.06	1.94	2.48	552	4.92	1.87	2.42
2021.02.15.12:00	682	4.67	2.99	3.77	552	2.89	3.01	3.80
2021.02.16.22:00	682	-3.96	2.56	3.38	552	-6.73	3.29	4.27
2021.02.17.03:00	681	-6.33	2.76	3.52	551	-9.13	3.46	4.38
2021.02.17.11:00	682	-5.81	2.69	3.40	551	-8.44	3.38	4.33
2021.02.18.03:00	681	-8.15	2.80	3.62	555	-11.19	3.50	4.41
2021.02.18.05:00	681	-8.41	2.95	3.81	555	-11.43	3.61	4.54
2021.02.18.11:00	680	-4.28	2.36	3.02	554	-6.97	3.23	4.09
2021.02.18.20:00	682	-2.94	2.12	2.79	558	-5.51	2.72	3.45
2021.02.20.01:00	681	5.16	2.61	3.36	559	3.67	2.39	2.97

2021.02.20.02:00	681	5.32	2.64	3.42	557	3.87	2.40	3.02
2021.02.20.03:00	681	5.40	2.66	3.47	558	4.09	2.44	3.10
2021.02.20.22:00	681	6.17	3.31	4.04	559	6.85	2.56	3.25
2021.02.21.04:00	680	5.08	4.53	5.34	560	5.89	3.45	4.28
2021.02.21.07:00	680	4.72	4.77	5.51	558	5.72	3.83	4.62
2021.02.21.13:00	680	17.78	2.74	3.42	558	17.20	2.74	3.40
2021.02.22.07:00	681	5.82	3.54	4.23	556	6.92	2.98	3.58
2021.02.24.01:00	682	-1.36	2.57	3.38	558	-2.44	2.33	3.03
2021.02.24.13:00	682	7.25	2.04	2.62	558	6.40	2.26	3.07
2021.02.25.05:00	681	-0.18	3.16	4.00	560	0.09	2.56	3.20
2021.02.25.07:00	681	0.22	3.11	3.91	559	0.33	2.52	3.17
2021.02.25.08:00	681	1.02	3.03	3.84	557	0.88	2.44	3.14
2021.02.25.09:00	681	2.57	2.86	3.73	558	2.28	2.40	3.23
2021.02.25.19:00	682	5.35	1.86	2.39	559	4.10	1.97	2.53
2021.02.26.00:00	682	2.94	2.99	3.69	544	2.57	2.20	2.83
2021.02.26.01:00	682	2.67	3.15	3.89	560	2.40	2.34	3.01
2021.02.26.02:00	680	2.44	3.30	4.04	560	2.22	2.43	3.12
2021.02.26.03:00	681	2.22	3.47	4.21	560	2.06	2.49	3.20
2021.02.26.09:00	682	4.68	2.96	3.61	559	3.73	2.60	3.20
2021.02.26.12:00	682	10.62	1.73	2.53	560	8.55	2.93	3.56
2021.02.27.02:00	680	4.37	2.89	3.53	557	2.73	2.76	3.40
2021.02.27.04:00	680	3.82	3.02	3.70	558	2.45	2.66	3.32
2021.02.27.20:00	681	6.85	2.39	3.01	557	4.11	3.23	3.88
2021.02.27.23:00	681	4.59	2.84	3.45	553	2.59	2.92	3.57
2021.02.28.09:00	682	4.74	2.71	3.48	557	3.77	2.43	3.27
2021.02.28.20:00	682	8.77	1.61	2.13	555	7.49	1.96	2.55
2021.03.01.00:00	682	8.19	1.98	2.62	555	7.20	2.02	2.64
2021.03.01.01:00	682	8.19	2.06	2.72	556	7.30	2.08	2.73
2021.03.01.07:00	682	7.71	3.27	3.95	554	6.87	3.26	4.12
2021.03.01.08:00	682	7.99	3.38	4.00	539	7.15	3.31	4.14
2021.03.01.14:00	681	9.66	4.43	5.15	553	8.16	4.92	5.88
2021.03.02.18:00	680	3.59	2.05	2.84	555	1.12	3.17	3.78
2021.03.03.05:00	679	-2.18	2.31	3.29	553	-3.27	2.16	2.88
2021.03.03.07:00	679	-2.44	2.46	3.49	550	-3.55	2.24	3.02
2021.03.03.20:00	681	4.04	2.12	2.60	550	2.68	2.19	2.72
2021.03.04.01:00	681	1.83	2.64	3.25	551	1.27	2.13	2.71
2021.03.04.06:00	681	1.90	2.86	3.51	550	1.24	2.29	2.93
2021.03.04.08:00	681	2.73	2.78	3.34	550	1.84	2.26	2.86
2021.03.04.12:00	471	8.07	1.63	2.17	230	7.73	1.91	2.41
2021.03.04.21:00	680	6.20	1.99	2.52	550	5.03	2.00	2.51
2021.03.04.23:00	680	5.03	2.42	2.99	551	4.47	2.04	2.59
2021.03.05.00:00	680	4.58	2.63	3.21	552	4.21	2.13	2.71
2021.03.05.17:00	680	13.97	2.27	2.94	550	13.32	2.08	2.60
2021.03.06.05:00	681	4.30	2.04	2.78	550	3.96	2.26	2.92
2021.03.06.08:00	680	4.56	2.20	3.01	550	3.35	2.88	3.77
2021.03.06.13:00	681	8.43	3.45	4.44	547	5.84	5.53	6.39
2021.03.06.15:00	681	7.87	3.50	4.53	548	5.21	5.43	6.36
2021.03.06.17:00	681	6.62	3.06	4.05	550	3.77	4.78	5.68
2021.03.07.02:00	679	3.26	2.41	3.06	546	0.84	3.18	3.91
2021.03.07.04:00	678	2.99	2.43	3.05	548	0.67	3.10	3.81
2021.03.07.06:00	678	2.85	2.42	3.04	547	0.59	3.04	3.75
2021.03.08.06:00	680	0.62	2.82	3.41	551	0.49	2.20	2.81
2021.03.08.07:00	680	0.47	2.89	3.49	550	0.29	2.25	2.85
2021.03.08.11:00	681	8.19	1.66	2.13	548	7.24	2.03	2.60
2021.03.08.15:00	681	11.57	2.25	2.98	549	10.28	3.00	3.84
2021.03.09.05:00	681	1.64	2.74	3.36	551	1.50	2.19	2.73
2021.03.09.07:00	681	1.43	2.81	3.41	548	1.24	2.18	2.73
2021.03.09.10:00	680	6.69	1.97	2.46	552	5.51	2.08	2.75
2021.03.09.13:00	680	11.21	1.46	1.98	553	10.18	1.86	2.35
2021.03.10.07:00	680	1.24	3.13	3.79	552	1.26	2.43	3.01
2021.03.10.09:00	680	5.36	2.68	3.27	551	4.78	2.47	3.10
2021.03.10.14:00	680	13.81	2.04	2.67	553	12.84	2.61	3.22
2021.03.10.19:00	681	9.27	2.14	2.66	552	8.36	2.42	2.97
2021.03.10.22:00	681	5.41	2.22	2.80	551	5.73	2.07	2.55
2021.03.12.22:00	676	7.34	1.58	2.08	552	5.33	2.12	2.63
2021.03.13.09:00	679	6.31	2.19	2.67	554	4.97	2.22	2.85
2021.03.13.18:00	679	10.73	1.87	2.44	552	9.24	2.33	2.90
2021.03.14.19:00	678	9.14	2.01	2.62	553	8.02	1.94	2.43
2021.03.15.01:00	680	4.51	1.87	2.43	556	4.73	1.72	2.17
2021.03.15.09:00	679	6.69	2.64	3.27	555	6.57	2.35	2.92
2021.03.15.10:00	678	9.41	2.37	2.99	555	8.79	2.35	2.98
2021.03.15.16:00	680	15.30	1.79	2.48	556	14.20	2.31	2.89
2021.03.15.17:00	680	14.61	1.71	2.39	555	13.38	2.26	2.80
2021.03.15.18:00	680	13.73	1.62	2.25	557	12.32	2.28	2.82
2021.03.15.22:00	673	12.40	1.57	2.13	555	10.92	2.16	2.73

2021.03.16.03:00	674	10.61	1.98	2.46	555	9.53	2.26	2.87
2021.03.17.06:00	680	1.28	2.79	3.37	553	1.12	2.05	2.62
2021.03.17.09:00	679	6.04	2.22	2.78	554	5.33	2.04	2.63
2021.03.17.10:00	678	8.63	1.88	2.31	555	7.94	1.91	2.49
2021.03.17.13:00	679	13.76	1.76	2.37	554	13.43	1.90	2.50
2021.03.17.21:00	675	7.51	2.07	2.49	552	7.34	2.06	2.55
2021.03.18.08:00	680	4.90	2.40	3.02	552	4.84	2.18	2.68
2021.03.19.05:00	681	8.17	1.91	2.43	441	6.57	2.29	2.89
2021.03.19.07:00	681	8.14	1.78	2.28	539	6.18	2.26	2.84
2021.03.19.18:00	681	13.78	2.68	3.22	550	11.56	3.25	3.99
2021.03.19.19:00	681	12.46	2.42	3.00	552	10.20	3.23	4.01
2021.03.19.20:00	681	11.68	2.28	2.91	553	9.45	3.18	4.01
2021.03.20.01:00	681	9.97	1.87	2.43	553	7.68	2.60	3.42
2021.03.20.10:00	680	8.69	1.29	2.10	552	6.98	2.07	3.14
2021.03.20.14:00	679	9.01	1.48	2.08	552	7.57	2.11	3.18
2021.03.20.18:00	680	9.05	1.43	1.94	552	7.42	2.06	2.92
2021.03.21.14:00	678	8.79	1.86	2.72	552	6.61	2.75	3.41
2021.03.22.01:00	679	3.46	1.50	2.21	552	1.13	2.33	2.85
2021.03.22.11:00	680	7.98	1.46	2.31	549	5.69	2.66	3.49
2021.03.22.12:00	680	8.96	1.42	2.24	550	6.92	2.54	3.19
2021.03.22.14:00	680	10.13	1.53	2.36	548	8.30	2.42	2.96
2021.03.23.06:00	680	1.55	2.98	3.54	551	0.67	2.34	3.05
2021.03.23.10:00	680	9.44	1.91	2.43	551	7.72	2.49	3.48
2021.03.24.01:00	682	5.60	2.56	3.09	551	5.06	1.91	2.41
2021.03.24.04:00	682	4.15	2.93	3.43	549	3.89	2.13	2.59
2021.03.24.05:00	682	3.80	2.98	3.50	551	3.60	2.17	2.63
2021.03.24.20:00	681	10.73	1.86	2.43	550	9.77	1.92	2.42
2021.03.25.01:00	679	6.88	2.41	3.03	550	6.47	2.13	2.63
2021.03.25.02:00	679	6.43	2.42	3.01	550	6.04	2.19	2.70
2021.03.25.05:00	679	5.38	2.76	3.32	550	4.94	2.40	2.88
2021.03.25.06:00	679	5.11	2.85	3.40	548	4.73	2.42	2.89
2021.03.25.11:00	679	14.41	1.60	2.15	548	13.59	2.02	2.59
2021.03.25.13:00	679	16.86	1.82	2.53	547	16.51	1.89	2.46
2021.03.25.21:00	682	10.08	2.56	3.14	550	10.27	2.05	2.78
2021.03.26.19:00	682	14.41	2.04	2.68	550	13.88	2.29	2.83
2021.03.27.02:00	681	8.59	2.54	3.11	552	9.10	2.24	2.70
2021.03.27.03:00	681	8.29	2.62	3.17	535	8.92	2.17	2.66
2021.03.27.08:00	682	9.75	2.79	3.36	552	9.48	2.11	2.82
2021.03.27.14:00	682	13.63	2.02	2.42	549	12.69	2.04	2.50
2021.03.27.16:00	681	12.89	2.16	2.56	549	11.48	2.30	2.83
2021.03.28.12:00	682	11.28	3.07	3.66	549	9.58	3.15	3.86
2021.03.28.13:00	681	11.72	3.24	3.83	550	9.99	3.31	4.04
2021.03.28.16:00	681	12.41	3.47	4.00	550	10.89	3.53	4.16
2021.03.28.18:00	681	11.61	2.87	3.41	550	10.11	3.09	3.72
2021.03.28.20:00	681	10.12	1.90	2.45	549	8.65	2.21	2.77
2021.03.28.21:00	681	9.88	1.69	2.23	550	8.42	2.06	2.60
2021.03.29.02:00	679	10.08	1.75	2.23	551	8.89	1.91	2.42
2021.03.29.05:00	680	9.45	1.86	2.38	549	7.89	2.27	2.88
2021.03.29.12:00	682	14.40	1.88	2.58	515	12.85	2.47	3.11
2021.03.29.19:00	681	11.72	2.14	2.72	550	10.14	2.54	3.16
2021.03.30.11:00	682	13.69	1.50	2.01	552	12.39	2.22	2.84
2021.03.31.02:00	683	5.22	2.40	2.99	515	6.76	2.44	2.94
2021.03.31.05:00	682	3.99	2.82	3.48	550	5.70	2.85	3.39
2021.03.31.12:00	682	17.86	1.55	2.12	550	17.64	1.66	2.71
2021.03.31.20:00	683	13.18	1.92	2.48	550	12.61	2.56	3.15
2021.04.01.01:00	683	9.20	2.43	3.02	553	9.29	2.45	3.00
2021.04.01.04:00	683	8.16	2.91	3.54	554	8.15	2.60	3.23
2021.04.01.06:00	683	7.87	3.19	3.80	553	7.66	2.74	3.36
2021.04.03.08:00	680	14.76	2.10	2.55	551	13.43	1.97	2.44
2021.04.03.14:00	682	14.38	1.97	2.51	551	13.12	2.38	3.04
2021.04.03.17:00	679	14.02	1.82	2.38	552	12.59	2.66	3.35
2021.04.03.19:00	681	13.33	2.02	2.53	553	11.98	2.93	3.55
2021.04.04.01:00	679	11.26	2.12	2.68	549	10.04	2.99	3.64
2021.04.04.02:00	678	10.97	1.98	2.59	548	9.60	2.83	3.50
2021.04.04.08:00	680	9.50	1.51	2.23	548	7.34	2.73	3.38
2021.04.04.10:00	681	9.93	1.56	2.30	548	7.45	2.92	3.61
2021.04.04.18:00	682	10.78	2.02	2.71	549	8.09	3.10	3.80
2021.04.04.21:00	682	8.76	2.03	2.78	549	6.26	3.19	3.84
2021.04.05.11:00	680	12.55	1.36	2.00	538	10.88	2.08	2.62
2021.04.05.12:00	680	13.65	1.44	2.05	551	12.20	2.07	2.63
2021.04.05.21:00	682	8.66	1.95	2.47	551	7.87	1.95	2.43
2021.04.06.10:00	682	12.26	1.52	1.96	552	11.25	1.75	2.29
2021.04.07.20:00	681	12.89	1.87	2.35	555	11.93	1.75	2.16
2021.04.08.04:00	682	6.99	2.74	3.36	554	6.88	2.26	2.83
2021.04.08.19:00	680	12.61	2.04	2.62	555	10.83	2.33	2.92

2021.04.09.17:00	683	14.39	3.05	3.75	553	11.49	4.15	4.95
2021.04.10.12:00	680	14.81	1.42	1.92	553	13.81	1.96	2.51
2021.04.10.14:00	680	16.22	1.75	2.26	554	15.29	2.17	2.71
2021.04.11.03:00	681	5.63	2.19	2.78	553	6.17	1.91	2.44
2021.04.11.06:00	681	4.73	2.54	3.15	554	5.58	2.19	2.79
2021.04.11.07:00	677	5.60	2.47	3.05	555	6.30	2.12	2.68
2021.04.13.04:00	683	11.78	1.71	2.22	553	10.95	1.63	2.09
2021.04.13.17:00	682	12.36	2.91	3.67	552	11.34	2.67	3.34
2021.04.13.20:00	681	8.38	2.29	2.99	552	6.44	2.56	3.22
2021.04.13.22:00	681	7.01	1.90	2.58	554	4.87	2.38	2.99
2021.04.14.02:00	679	5.16	1.69	2.29	552	2.97	2.15	2.69
2021.04.14.07:00	679	4.14	2.23	2.68	551	2.07	2.14	2.72
2021.04.14.10:00	681	9.24	1.18	1.78	551	7.55	1.94	2.36
2021.04.14.11:00	680	10.77	1.20	1.79	550	9.44	1.89	2.35
2021.04.14.12:00	681	12.10	1.44	2.04	550	10.86	1.90	2.40
2021.04.14.21:00	677	7.67	1.71	2.30	550	6.30	1.82	2.28
2021.04.15.13:00	681	15.37	1.26	1.83	550	14.73	1.57	1.99
2021.04.15.19:00	680	12.44	1.70	2.27	550	11.31	1.99	2.40
2021.04.15.21:00	680	9.06	1.81	2.28	551	8.75	1.63	2.04
2021.04.15.23:00	679	7.54	1.97	2.45	550	7.50	1.68	2.08
2021.04.16.02:00	681	6.76	2.53	3.01	550	6.49	1.93	2.38
2021.04.16.12:00	681	14.09	2.85	3.29	552	13.10	3.18	3.85
2021.04.16.22:00	682	10.25	2.62	3.07	551	9.11	2.37	2.96
2021.04.17.12:00	684	13.73	2.20	2.88	551	12.69	2.56	3.25
2021.04.17.17:00	683	11.40	2.36	3.20	549	9.30	3.11	3.85
2021.04.18.00:00	682	6.39	2.35	2.99	550	4.31	2.53	3.09
2021.04.18.23:00	682	7.61	2.09	2.63	550	6.48	1.89	2.43
2021.04.19.04:00	682	4.75	2.71	3.26	550	4.30	2.11	2.68
2021.04.19.11:00	682	15.85	1.68	2.25	548	14.92	2.04	2.59
2021.04.20.00:00	682	9.53	2.56	3.34	551	9.40	2.07	2.81
2021.04.20.03:00	682	7.79	2.92	3.72	550	8.12	2.35	3.11
2021.04.20.04:00	682	7.34	3.01	3.82	549	7.76	2.41	3.15
2021.04.20.07:00	682	7.86	3.01	3.80	549	8.43	2.47	3.24
2021.04.20.13:00	682	20.80	2.20	2.78	548	21.10	1.83	2.52
2021.04.21.09:00	680	16.00	1.29	1.64	549	16.90	1.43	1.75
2021.04.21.23:00	680	15.06	1.72	2.17	549	16.02	1.63	2.09
2021.04.22.14:00	680	23.81	3.16	3.76	551	23.08	2.96	3.64
2021.04.22.16:00	679	23.01	3.29	3.89	551	21.90	3.17	3.74
2021.04.22.19:00	680	19.90	2.37	2.91	553	18.83	2.50	2.98
2021.04.22.23:00	680	16.82	2.02	2.56	550	16.08	2.28	2.78
2021.04.23.01:00	680	16.19	1.97	2.52	552	15.28	2.29	2.81
2021.04.23.08:00	680	16.24	2.13	2.67	552	14.14	2.75	3.30
2021.04.23.13:00	678	19.96	2.55	3.33	553	17.66	3.75	4.55
2021.04.23.20:00	680	16.32	2.21	2.85	551	13.78	3.14	3.78
2021.04.24.02:00	680	13.52	2.08	2.59	551	11.33	2.48	2.99
2021.04.25.05:00	680	10.18	2.05	2.49	551	9.85	2.10	2.51
2021.04.25.08:00	680	13.91	1.62	2.33	549	11.89	2.93	3.73
2021.04.26.23:00	681	11.03	1.99	2.49	550	10.30	1.72	2.14
2021.04.27.11:00	681	16.49	1.40	1.97	549	15.59	1.89	2.47
2021.04.28.01:00	682	13.37	1.50	1.96	551	12.18	1.69	2.16
2021.04.28.05:00	682	11.94	1.79	2.25	548	11.02	1.87	2.38
2021.04.28.06:00	682	11.47	1.75	2.21	551	10.55	1.88	2.37
2021.04.28.10:00	682	16.29	2.38	2.88	552	15.54	2.38	2.87
2021.04.28.18:00	681	17.05	2.02	2.73	552	15.93	2.18	2.73
2021.04.29.07:00	682	11.10	1.86	2.34	551	10.43	1.75	2.17
2021.04.29.11:00	682	16.38	2.37	2.88	551	15.12	3.06	3.66
2021.04.29.12:00	682	16.85	2.54	3.22	548	15.47	3.47	4.23
2021.04.29.16:00	682	17.99	2.61	3.54	551	16.28	3.86	4.85
2021.04.30.11:00	678	13.74	3.15	3.80	556	11.46	4.07	4.89
2021.04.30.14:00	679	15.34	3.07	3.73	553	13.40	3.84	4.71
2021.04.30.17:00	679	14.44	2.86	3.46	554	12.61	3.43	4.24
2021.04.30.21:00	679	11.18	1.68	2.34	553	9.35	2.17	2.73
2021.05.01.01:00	680	9.60	1.24	1.75	555	7.94	1.74	2.20
2021.05.01.09:00	681	9.97	1.35	1.99	555	7.57	2.44	3.03
2021.05.01.11:00	681	11.04	1.75	2.36	554	8.45	2.53	3.08
2021.05.01.18:00	682	10.45	1.81	2.46	552	8.14	2.65	3.16
2021.05.02.09:00	679	10.65	1.57	2.33	554	8.42	2.45	2.98
2021.05.02.18:00	680	15.04	1.84	2.42	553	13.38	2.25	2.82
2021.05.03.10:00	680	15.27	1.54	2.05	552	14.20	1.98	2.53
2021.05.03.13:00	679	18.79	1.62	2.18	552	18.39	1.77	2.25
2021.05.03.23:00	683	12.10	2.02	2.45	554	11.73	1.63	2.11
2021.05.04.06:00	682	12.07	2.66	3.18	553	11.35	2.19	2.81
2021.05.04.15:00	683	17.00	2.17	2.69	553	15.98	2.42	2.95
2021.05.04.17:00	678	16.89	1.74	2.26	553	15.75	2.14	2.57
2021.05.05.05:00	683	11.92	2.06	2.69	553	10.73	2.10	2.65

2021.05.05.09:00	684	14.52	1.91	2.48	552	12.98	2.29	2.89
2021.05.05.18:00	684	16.82	1.88	2.60	555	15.07	2.45	3.02
2021.05.06.02:00	682	7.54	2.73	3.27	554	7.62	2.25	2.74
2021.05.06.05:00	682	6.09	2.96	3.55	555	7.00	2.61	3.16
2021.05.06.07:00	682	8.45	2.85	3.38	555	8.72	2.52	3.02
2021.05.06.13:00	682	20.68	1.49	2.11	553	19.79	1.78	2.26
2021.05.06.16:00	682	20.56	1.80	2.38	554	19.53	2.03	2.47
2021.05.06.20:00	682	15.68	1.62	2.08	555	14.75	1.68	2.19
2021.05.06.23:00	682	13.02	2.26	2.70	553	12.91	1.71	2.16
2021.05.07.02:00	682	11.99	2.97	3.44	553	12.05	2.11	2.65
2021.05.07.10:00	681	17.57	2.89	3.41	552	16.76	2.82	3.53
2021.05.07.11:00	681	17.51	3.43	3.92	552	16.71	3.50	4.30
2021.05.07.12:00	679	17.64	3.21	3.82	552	16.28	3.78	4.60
2021.05.08.01:00	680	9.26	2.01	2.58	554	7.79	1.82	2.31
2021.05.08.04:00	680	7.84	2.36	2.88	553	6.62	1.92	2.44
2021.05.09.19:00	678	17.57	1.72	2.28	553	16.09	2.27	2.79
2021.05.09.21:00	677	13.88	1.79	2.29	551	13.08	1.88	2.37
2021.05.09.22:00	678	12.75	1.98	2.51	552	12.21	1.92	2.39
2021.05.10.09:00	680	13.12	2.98	3.43	554	11.34	3.00	3.64
2021.05.10.12:00	681	14.86	3.37	3.95	555	12.87	3.72	4.55
2021.05.11.09:00	681	15.63	1.86	2.29	554	14.26	2.13	2.68
2021.05.11.11:00	680	18.53	2.32	2.75	553	16.93	2.62	3.23
2021.05.12.17:00	681	23.30	3.22	3.92	556	21.50	3.36	4.12
2021.05.12.23:00	680	15.38	2.21	2.78	556	15.17	2.13	2.64
2021.05.13.10:00	680	21.67	1.69	2.18	558	21.31	1.45	1.79
2021.05.15.00:00	682	18.70	1.72	2.18	556	18.37	1.81	2.31
2021.05.15.13:00	676	21.73	2.23	2.68	553	20.55	2.39	2.90
2021.05.15.22:00	682	19.95	1.27	1.66	550	19.22	1.50	1.84
2021.05.16.03:00	675	19.68	1.17	1.59	548	18.90	1.37	1.71
2021.05.17.05:00	679	14.16	1.81	2.36	548	13.29	2.42	2.92
2021.05.17.19:00	680	15.21	1.36	1.82	548	13.63	1.99	2.47
2021.05.18.12:00	677	18.83	1.31	1.72	548	17.47	1.96	2.36
2021.05.18.23:00	676	14.29	1.37	1.72	550	14.25	1.21	1.57
2021.05.19.00:00	678	13.86	1.46	1.83	550	13.92	1.20	1.60
2021.05.19.20:00	678	18.79	1.69	2.17	547	18.77	1.56	1.99
2021.05.20.15:00	679	17.95	2.18	2.62	257	17.21	1.95	2.52
2021.05.21.02:00	677	14.20	1.04	1.59	547	12.73	1.62	1.98
2021.05.21.12:00	678	16.62	2.02	2.64	549	14.23	2.74	3.32
2021.05.22.01:00	679	13.42	1.48	1.99	548	11.91	1.73	2.16
2021.05.22.05:00	679	12.45	1.48	2.02	549	11.40	1.58	2.10
2021.05.22.09:00	678	17.41	1.55	2.09	549	15.73	2.19	2.74
2021.05.22.12:00	677	21.84	1.74	2.32	547	20.81	1.99	2.51
2021.05.23.20:00	678	19.89	1.78	2.36	546	19.13	1.85	2.36
2021.05.24.00:00	677	17.61	1.76	2.30	548	17.09	1.72	2.39
2021.05.25.01:00	681	13.29	2.03	2.58	549	12.78	1.74	2.26
2021.05.25.15:00	681	19.10	2.63	3.42	548	16.95	3.68	4.57
2021.05.25.17:00	682	18.77	2.38	3.24	547	16.49	3.45	4.34
2021.05.26.04:00	681	10.83	2.71	3.26	549	9.81	2.48	3.00
2021.05.26.07:00	681	12.16	2.43	2.95	548	10.78	2.39	2.95
2021.05.26.16:00	680	20.82	1.79	2.44	547	19.21	2.06	2.55
2021.05.27.07:00	681	14.31	1.23	1.66	547	12.94	1.67	2.06
2021.05.27.15:00	680	18.58	2.40	2.95	548	16.58	3.15	3.82
2021.05.27.21:00	674	14.52	1.50	2.03	549	13.26	1.78	2.23
2021.05.28.09:00	675	15.74	3.48	3.87	551	14.78	3.70	4.34
2021.05.28.17:00	680	17.98	2.19	2.81	551	15.99	2.78	3.43
2021.05.29.10:00	679	19.15	1.44	1.96	548	17.44	2.41	3.06
2021.05.30.14:00	682	24.31	1.89	2.44	545	23.45	2.39	2.98
2021.05.30.19:00	682	20.60	2.20	2.78	548	19.25	2.79	3.34
2021.05.31.12:00	678	21.47	2.49	3.14	545	19.89	3.47	4.24
2021.05.31.17:00	679	22.90	2.29	3.13	547	21.16	3.38	4.15
2021.06.01.10:00	679	21.09	1.82	2.29	546	19.90	2.36	2.96
2021.06.01.14:00	680	24.24	2.48	3.06	544	23.41	2.83	3.47
2021.06.02.01:00	680	17.52	1.72	2.18	548	17.63	1.75	2.18
2021.06.02.04:00	679	16.44	1.78	2.22	547	16.79	1.68	2.10
2021.06.02.06:00	680	16.26	1.79	2.25	547	16.53	1.67	2.12
2021.06.02.15:00	677	26.60	2.43	3.07	548	25.61	2.25	2.68
2021.06.03.06:00	680	17.10	1.75	2.13	550	16.30	1.63	2.01
2021.06.03.10:00	681	19.74	1.56	1.98	549	18.26	1.82	2.26
2021.06.03.20:00	681	18.03	1.28	1.70	550	16.96	1.73	2.17
2021.06.04.01:00	671	15.69	2.30	2.65	354	13.14	2.13	2.60
2021.06.04.06:00	680	14.10	1.96	2.39	549	12.55	2.15	2.67
2021.06.04.14:00	678	22.78	1.67	2.27	550	21.54	2.11	2.63
2021.06.04.19:00	679	20.25	1.70	2.38	551	18.50	2.24	2.78
2021.06.05.03:00	681	14.43	2.50	2.95	551	13.32	1.94	2.41
2021.06.05.05:00	681	14.34	2.74	3.18	550	13.11	2.15	2.63

2021.06.05.19:00	681	22.12	1.79	2.40	549	20.86	2.12	2.66
2021.06.07.02:00	679	17.26	1.76	2.30	549	17.16	1.51	2.10
2021.06.07.05:00	681	16.36	1.93	2.38	550	16.30	1.71	2.14
2021.06.07.14:00	680	24.66	2.66	3.17	550	24.18	2.76	3.32
2021.06.08.12:00	677	26.17	2.15	2.66	551	25.61	2.50	3.11
2021.06.08.15:00	679	26.62	3.07	3.64	552	26.12	3.13	3.79
2021.06.08.21:00	680	21.05	1.89	2.32	549	20.45	2.13	2.55
2021.06.08.23:00	680	19.83	1.79	2.18	549	19.58	1.86	2.25
2021.06.09.05:00	681	17.66	1.76	2.26	553	17.87	1.47	1.95
2021.06.10.00:00	681	20.24	1.80	2.26	551	20.22	1.78	2.30
2021.06.10.21:00	681	21.97	1.47	1.95	554	20.80	1.68	2.10
2021.06.10.23:00	681	20.93	1.43	1.82	554	19.71	1.61	2.02
2021.06.11.09:00	680	20.18	1.27	1.72	552	18.64	1.89	2.30
2021.06.11.19:00	680	22.43	1.68	2.16	554	21.27	2.06	2.56
2021.06.12.06:00	680	18.68	1.55	1.96	555	17.90	1.74	2.16
2021.06.12.07:00	680	19.41	1.61	1.97	556	18.66	1.66	2.04
2021.06.13.02:00	681	19.25	1.76	2.28	555	19.21	1.54	1.97
2021.06.13.03:00	681	18.97	1.75	2.25	553	18.91	1.51	1.92
2021.06.13.11:00	681	24.61	2.65	3.13	553	24.43	1.93	2.31
2021.06.14.01:00	680	18.90	1.78	2.43	555	18.78	1.55	2.05
2021.06.14.02:00	680	18.56	1.73	2.40	554	18.41	1.51	2.02
2021.06.14.21:00	679	21.28	1.86	2.33	555	20.10	2.20	2.65
2021.06.15.03:00	679	20.07	1.30	1.72	557	18.56	1.92	2.28
2021.06.15.04:00	678	20.00	1.25	1.69	556	18.43	1.90	2.27
2021.06.15.05:00	679	19.93	1.21	1.66	557	18.34	1.88	2.27
2021.06.15.12:00	678	21.19	1.13	1.67	554	19.39	1.95	2.38
2021.06.15.13:00	678	21.31	1.15	1.70	553	19.45	1.97	2.40
2021.06.15.17:00	678	21.96	1.94	2.41	555	19.82	2.39	2.99
2021.06.16.03:00	680	19.22	1.47	1.88	555	17.64	1.91	2.29
2021.06.17.11:00	680	21.44	1.91	2.40	553	19.57	2.62	3.12
2021.06.17.21:00	681	19.66	1.25	1.67	552	18.13	1.77	2.12
2021.06.18.12:00	682	21.31	1.49	1.90	556	19.96	2.00	2.52
2021.06.18.19:00	681	21.29	1.37	1.87	553	19.88	1.92	2.37
2021.06.18.21:00	681	20.02	1.24	1.71	554	18.71	1.72	2.16
2021.06.19.01:00	681	18.75	1.27	1.76	557	17.47	1.71	2.12
2021.06.21.03:00	681	18.35	1.63	2.10	557	17.72	1.75	2.19
2021.06.22.02:00	680	17.71	1.64	2.13	559	16.25	2.16	2.60
2021.06.22.10:00	679	22.60	1.90	2.54	559	20.56	3.15	3.79
2021.06.22.11:00	679	23.50	2.12	2.81	559	21.54	3.41	4.12
2021.06.22.16:00	679	24.12	2.71	3.42	558	21.80	3.97	4.69
2021.06.22.19:00	680	21.37	2.24	2.85	560	19.08	3.21	3.82
2021.06.23.06:00	674	17.78	1.74	2.17	555	15.71	2.18	2.60
2021.06.23.21:00	675	19.28	1.70	2.23	555	17.30	2.30	2.81
2021.06.24.04:00	673	17.54	1.73	2.20	556	16.03	2.01	2.39
2021.06.24.16:00	677	25.13	2.06	2.64	554	23.44	2.57	3.13
2021.06.24.22:00	674	19.91	1.40	1.88	556	18.74	1.70	2.06
2021.06.25.01:00	676	18.63	1.28	1.70	555	17.80	1.36	1.70
2021.06.25.12:00	675	25.93	1.57	2.20	555	24.62	2.23	2.75
2021.06.25.23:00	677	20.68	1.44	1.93	555	19.29	1.72	2.13
2021.06.26.01:00	676	20.11	1.29	1.82	554	18.79	1.54	1.90
2021.06.26.04:00	674	19.53	1.17	1.63	555	18.22	1.50	1.84
2021.06.26.06:00	674	19.32	1.15	1.61	551	18.01	1.56	1.91
2021.06.26.14:00	675	24.69	2.18	2.73	553	23.15	2.89	3.46
2021.06.26.19:00	676	22.74	1.90	2.45	554	20.75	2.64	3.19
2021.06.27.05:00	676	18.36	1.50	1.94	554	17.47	1.52	1.93
2021.06.27.12:00	676	26.31	1.73	2.38	553	24.85	2.52	3.12
2021.06.28.04:00	674	20.13	1.51	1.97	552	18.51	1.96	2.39
2021.06.28.07:00	674	20.73	1.42	1.87	553	18.98	1.92	2.36
2021.06.28.10:00	675	24.13	1.69	2.22	550	22.56	2.51	3.08
2021.06.28.13:00	673	25.75	1.99	2.63	553	23.91	2.99	3.60
2021.06.28.20:00	671	21.90	1.54	2.06	553	20.14	2.29	2.78
2021.06.28.23:00	673	20.34	1.45	1.95	551	18.88	1.96	2.37
2021.06.29.00:00	672	20.03	1.46	1.95	551	18.56	1.91	2.43
2021.06.29.01:00	673	19.76	1.49	1.99	552	18.33	1.87	2.30
2021.06.29.15:00	676	25.95	2.00	2.60	554	24.32	2.68	3.28
2021.06.29.20:00	677	22.22	1.36	1.94	553	20.50	2.05	2.50
2021.06.30.00:00	678	20.56	1.18	1.67	554	19.14	1.63	2.10
2021.06.30.03:00	677	20.01	1.10	1.57	555	18.74	1.45	1.74
2021.06.30.06:00	678	20.05	1.10	1.55	554	18.66	1.44	1.73
2021.06.30.19:00	678	24.04	1.86	2.41	552	22.26	2.61	3.07
2021.07.01.09:00	672	23.95	1.40	1.85	555	22.77	1.79	2.27
2021.07.01.16:00	678	28.64	2.39	2.97	555	27.19	2.77	3.33
2021.07.01.18:00	679	27.39	2.50	3.06	556	25.57	2.93	3.55
2021.07.01.22:00	679	22.70	1.67	2.26	554	21.45	2.22	2.68
2021.07.02.06:00	679	20.59	1.70	2.22	552	19.16	1.94	2.32

2021.07.02.21:00	680	23.49	1.96	2.65	555	21.31	2.72	3.32
2021.07.03.04:00	679	21.04	2.14	2.56	556	19.16	2.26	2.74
2021.07.03.11:00	681	23.66	1.59	2.16	557	21.35	2.56	3.06
2021.07.05.04:00	680	20.36	1.18	1.71	550	19.07	1.72	2.25
2021.07.05.14:00	679	24.19	2.07	2.58	551	22.75	2.42	2.87
2021.07.05.16:00	679	23.99	2.00	2.43	549	22.43	2.30	2.72
2021.07.06.04:00	678	21.22	1.80	2.33	551	20.32	1.83	2.36
2021.07.06.07:00	678	21.66	1.59	2.11	551	20.61	1.66	2.14
2021.07.06.21:00	680	23.23	1.33	1.75	546	22.08	1.48	1.90
2021.07.07.06:00	678	22.62	1.72	2.17	540	21.52	2.02	2.52
2021.07.07.09:00	680	24.59	1.40	1.75	537	23.15	1.64	2.05
2021.07.07.23:00	680	23.51	1.25	1.59	552	22.46	1.58	1.90
2021.07.08.05:00	681	22.52	1.10	1.50	553	21.34	1.59	2.01
2021.07.08.22:00	680	22.97	1.28	1.70	551	21.69	1.87	2.24
2021.07.09.08:00	680	23.07	1.28	1.69	552	21.45	1.85	2.27
2021.07.09.09:00	680	23.87	1.34	1.78	552	22.26	1.92	2.38
2021.07.09.12:00	681	26.23	1.55	2.08	552	24.68	2.22	2.73
2021.07.09.22:00	681	22.80	1.35	1.78	552	21.62	1.74	2.17
2021.07.10.01:00	681	22.25	1.31	1.75	551	21.11	1.63	2.03
2021.07.10.14:00	681	27.71	1.90	2.47	550	26.18	2.58	3.13
2021.07.10.23:00	678	22.83	1.52	1.92	551	21.44	1.72	2.10
2021.07.11.02:00	678	22.50	1.47	1.82	553	21.20	1.56	1.95
2021.07.11.06:00	679	22.42	1.45	1.77	550	21.16	1.52	1.91
2021.07.11.14:00	679	28.07	1.90	2.43	550	26.91	2.37	2.98
2021.07.11.18:00	678	26.52	2.11	2.64	550	25.03	2.64	3.16
2021.07.12.08:00	679	24.90	1.65	2.02	548	23.54	1.90	2.33
2021.07.12.09:00	678	26.22	1.65	2.05	548	24.94	2.03	2.56
2021.07.12.11:00	678	28.42	1.43	1.93	547	27.44	1.85	2.35
2021.07.12.15:00	677	30.44	1.84	2.38	546	29.25	2.23	2.83
2021.07.12.20:00	679	26.25	1.52	2.07	547	25.02	1.87	2.24
2021.07.12.21:00	679	25.51	1.45	1.95	547	24.43	1.70	2.07
2021.07.13.09:00	680	27.47	1.42	1.97	547	26.06	1.83	2.23
2021.07.13.14:00	678	30.60	1.83	2.41	545	29.83	2.00	2.45
2021.07.13.20:00	680	26.73	1.43	2.03	546	25.53	1.76	2.14
2021.07.14.04:00	680	24.10	1.43	1.86	548	23.25	1.43	1.81
2021.07.14.05:00	679	23.98	1.47	1.89	548	23.06	1.45	1.82
2021.07.14.10:00	680	28.88	1.49	2.07	546	27.54	1.96	2.31
2021.07.14.17:00	679	30.20	2.03	2.63	548	28.84	2.27	2.78
2021.07.16.08:00	679	25.57	1.57	1.98	551	24.15	1.86	2.29
2021.07.16.19:00	676	25.64	1.94	2.52	551	23.87	2.37	2.87
2021.07.17.09:00	672	25.91	1.55	2.13	552	24.02	2.27	2.83
2021.07.17.17:00	677	28.03	2.10	2.72	550	26.17	2.54	3.04
2021.07.18.01:00	675	23.20	1.41	1.95	549	21.70	1.61	1.97
2021.07.18.09:00	675	26.52	1.47	2.05	551	24.81	1.92	2.35
2021.07.18.15:00	676	29.85	2.03	2.67	550	28.16	2.36	2.86
2021.07.18.18:00	675	27.97	2.31	2.98	551	25.76	2.64	3.22
2021.07.18.23:00	675	23.94	1.45	1.89	552	22.43	1.66	2.13
2021.07.19.23:00	671	24.04	1.32	1.73	550	23.01	1.47	1.88
2021.07.20.00:00	670	23.82	1.35	1.78	549	22.86	1.47	1.88
2021.07.20.02:00	671	23.48	1.36	1.77	548	22.60	1.47	1.88
2021.07.20.04:00	670	23.19	1.37	1.77	549	22.32	1.48	1.90
2021.07.20.12:00	673	29.79	1.40	1.97	550	28.41	1.99	2.44
2021.07.20.22:00	674	24.87	1.56	2.04	547	23.76	1.60	1.97
2021.07.21.13:00	675	31.56	1.86	2.47	548	30.24	2.16	2.63
2021.07.22.02:00	679	23.61	2.12	2.67	550	22.42	1.88	2.36
2021.07.22.14:00	674	31.76	2.19	2.81	552	30.07	2.58	3.11
2021.07.23.01:00	677	24.03	1.83	2.37	549	22.85	1.80	2.25
2021.07.24.05:00	678	23.57	1.82	2.32	551	22.68	1.66	2.11
2021.07.24.15:00	678	32.17	2.41	3.12	552	30.65	2.40	2.92
2021.07.25.10:00	677	29.04	1.64	2.31	552	27.63	1.93	2.40
2021.07.25.14:00	676	31.48	2.39	3.13	551	29.89	2.47	3.04
2021.07.25.20:00	678	27.07	1.89	2.55	551	25.28	2.24	2.71
2021.07.26.03:00	678	24.07	2.06	2.50	554	22.54	1.80	2.25
2021.07.26.04:00	678	23.83	2.03	2.44	552	22.33	1.79	2.23
2021.07.26.16:00	674	31.41	2.39	3.18	554	29.61	2.65	3.17
2021.07.26.17:00	675	31.05	2.44	3.18	555	29.05	2.75	3.26
2021.07.27.03:00	678	23.43	1.97	2.46	553	22.25	1.66	2.07
2021.07.27.17:00	676	31.32	2.49	3.15	553	29.39	2.85	3.50
2021.07.27.21:00	678	26.25	1.86	2.53	553	24.44	2.24	2.76
2021.07.28.05:00	678	23.01	1.80	2.38	553	21.67	1.76	2.20
2021.07.28.16:00	680	31.45	2.24	2.85	554	29.98	2.74	3.32
2021.07.29.14:00	672	31.48	1.82	2.41	556	30.31	2.19	2.93
2021.07.29.23:00	678	24.88	1.37	1.87	556	23.99	1.44	1.80
2021.07.30.16:00	680	31.51	2.45	3.06	558	30.06	2.49	2.98
2021.07.31.05:00	679	24.60	1.25	1.66	557	23.63	1.39	1.73

2021.07.31.06:00	680	24.57	1.21	1.61	557	23.60	1.32	1.66
2021.08.01.08:00	682	26.39	1.36	1.79	554	25.42	1.46	1.81
2021.08.01.09:00	682	27.38	1.52	1.99	556	26.59	1.59	1.94
2021.08.01.14:00	681	29.23	2.13	2.71	554	28.26	2.50	3.08
2021.08.01.16:00	681	28.20	2.03	2.62	528	26.62	2.53	3.07
2021.08.01.18:00	681	26.76	1.88	2.34	553	25.04	2.14	2.61
2021.08.01.23:00	677	24.62	1.24	1.70	551	23.36	1.47	1.81
2021.08.02.02:00	678	24.28	1.08	1.55	555	23.10	1.32	1.62
2021.08.02.06:00	675	24.20	1.03	1.48	554	23.02	1.28	1.58
2021.08.02.16:00	677	27.97	1.68	2.36	555	26.33	2.28	2.81
2021.08.03.04:00	678	23.59	1.25	1.71	554	22.55	1.42	1.97
2021.08.03.12:00	678	29.04	1.22	1.77	556	27.69	1.92	2.30
2021.08.03.13:00	679	29.59	1.29	1.94	556	28.32	1.96	2.37
2021.08.03.14:00	679	29.94	1.42	2.11	556	28.69	1.92	2.35
2021.08.03.21:00	680	25.71	1.33	1.86	555	24.50	1.49	1.86
2021.08.05.11:00	676	30.94	1.33	2.04	530	29.61	2.06	2.47
2021.08.05.23:00	680	25.49	1.46	1.96	553	24.54	1.44	1.78
2021.08.06.10:00	679	30.03	1.25	1.78	556	28.97	1.80	2.25
2021.08.06.19:00	680	26.34	2.22	2.80	554	24.64	2.52	3.12
2021.08.07.00:00	678	23.76	1.70	2.15	553	22.77	1.55	2.11
2021.08.07.02:00	678	23.22	1.61	2.07	552	22.44	1.34	1.71
2021.08.07.07:00	679	23.59	1.74	2.17	553	22.67	1.56	1.95
2021.08.08.15:00	677	27.55	2.33	2.92	553	25.16	2.80	3.36
2021.08.09.00:00	680	23.26	1.44	1.91	552	21.70	1.74	2.30
2021.08.09.04:00	680	22.58	1.46	1.89	540	20.98	1.74	2.16
2021.08.09.09:00	679	26.24	1.70	2.31	551	23.89	2.69	3.27
2021.08.09.16:00	678	29.62	2.43	3.23	549	27.12	3.71	4.47
2021.08.09.18:00	679	27.91	2.17	2.94	552	25.44	3.33	4.05
2021.08.10.03:00	679	22.76	1.95	2.47	551	20.84	2.42	2.97
2021.08.10.17:00	678	27.08	2.45	3.05	553	24.71	3.01	3.61
2021.08.11.07:00	679	22.29	1.52	1.93	552	20.83	1.59	2.09
2021.08.11.18:00	680	27.48	1.95	2.55	554	25.47	2.68	3.25
2021.08.12.07:00	681	22.49	1.52	1.90	553	21.09	1.60	1.98
2021.08.12.10:00	680	26.73	1.57	2.17	553	24.78	2.34	2.89
2021.08.12.11:00	679	27.75	1.63	2.30	554	25.91	2.43	2.99
2021.08.13.00:00	681	23.12	1.53	1.93	557	21.60	1.82	2.35
2021.08.13.01:00	680	22.87	1.57	1.95	554	21.38	1.75	2.14
2021.08.13.03:00	679	22.42	1.56	1.94	553	20.95	1.74	2.26
2021.08.13.11:00	680	26.07	1.39	2.04	553	24.36	2.25	2.72
2021.08.14.18:00	681	25.03	2.21	2.86	556	22.28	2.94	3.56
2021.08.14.19:00	681	23.96	1.90	2.54	556	21.44	2.61	3.16
2021.08.15.20:00	681	23.89	1.99	2.67	556	21.53	2.75	3.32
2021.08.16.04:00	679	21.15	2.00	2.45	556	19.25	2.11	2.56
2021.08.16.08:00	680	22.90	1.65	2.16	555	20.76	2.24	2.72
2021.08.16.17:00	681	27.13	2.16	2.90	557	24.45	2.99	3.65
2021.08.16.21:00	681	23.36	2.02	2.59	557	20.87	2.62	3.17
2021.08.17.05:00	680	20.90	1.87	2.32	557	19.15	1.93	2.36
2021.08.17.07:00	680	21.24	1.74	2.17	557	19.42	1.81	2.24
2021.08.17.14:00	680	27.11	2.46	3.12	557	24.58	3.41	4.13
2021.08.17.17:00	681	26.50	2.48	3.20	556	23.77	3.49	4.19
2021.08.17.18:00	681	25.24	2.29	2.94	557	22.74	3.30	3.93
2021.08.18.10:00	679	23.59	2.26	2.71	556	22.19	2.70	3.29
2021.08.18.21:00	682	21.87	1.66	2.24	547	19.80	2.03	2.51
2021.08.19.02:00	681	20.07	1.78	2.32	556	18.43	1.86	2.29
2021.08.19.03:00	681	19.89	1.81	2.36	556	18.33	1.83	2.25
2021.08.19.17:00	681	26.11	2.46	3.19	556	23.19	3.09	3.83
2021.08.19.18:00	682	25.35	2.35	3.05	555	22.55	3.02	3.73
2021.08.20.07:00	683	20.90	1.75	2.21	559	19.23	1.69	2.20
2021.08.21.14:00	679	23.52	1.73	2.25	557	21.74	1.99	2.62
2021.08.21.16:00	679	24.24	1.69	2.15	559	22.35	1.94	2.43
2021.08.21.21:00	680	23.09	1.16	1.59	556	21.62	1.62	1.99
2021.08.22.00:00	680	22.81	1.24	1.67	557	21.21	1.70	2.28
2021.08.23.13:00	682	23.75	1.62	2.20	556	22.16	2.05	2.79
2021.08.23.14:00	681	23.46	1.64	2.20	556	21.83	2.09	2.82
2021.08.23.15:00	681	23.05	1.70	2.30	557	21.34	2.13	2.82
2021.08.23.16:00	681	22.81	1.78	2.37	557	21.11	2.23	2.95
2021.08.24.00:00	677	21.62	1.64	2.07	559	20.15	1.82	2.57
2021.08.24.11:00	681	24.36	2.14	2.54	557	22.37	2.38	2.90
2021.08.24.15:00	680	25.54	1.81	2.25	519	23.56	2.05	2.54
2021.08.24.21:00	680	24.06	1.23	1.63	557	22.69	1.63	2.01
2021.08.25.04:00	679	22.91	1.18	1.53	557	21.60	1.60	2.18
2021.08.25.12:00	681	24.42	1.41	1.82	559	22.63	1.94	2.55
2021.08.26.02:00	682	22.32	1.58	1.98	556	21.11	1.79	2.21
2021.08.26.06:00	679	21.58	1.53	1.99	556	20.16	1.74	2.16
2021.08.26.10:00	682	25.15	1.68	2.20	558	23.21	2.56	3.22

2021.08.27.15:00	683	23.42	3.28	3.78	560	21.73	3.29	4.00
2021.08.27.21:00	683	21.09	2.03	2.64	553	19.56	2.13	2.80
2021.08.28.01:00	684	20.50	2.10	2.66	559	19.04	2.30	2.95
2021.08.28.11:00	680	25.37	1.77	2.30	559	23.87	2.44	3.07
2021.08.28.18:00	681	25.05	1.52	2.08	560	23.22	2.32	2.90
2021.08.29.01:00	680	21.71	1.73	2.22	558	20.39	1.90	2.40
2021.08.30.00:00	680	21.41	2.16	2.62	558	20.11	2.24	2.96
2021.08.30.05:00	682	20.67	2.10	2.56	557	19.36	2.11	2.68
2021.08.31.12:00	681	24.89	2.80	3.21	557	23.51	3.08	3.70
2021.09.01.03:00	684	20.97	2.89	3.31	556	19.47	3.11	3.67
2021.09.01.22:00	682	21.23	1.65	2.18	556	19.28	2.19	2.85
2021.09.02.15:00	681	23.75	1.77	2.33	558	21.52	2.53	3.14
2021.09.03.00:00	681	20.15	1.49	2.00	557	18.18	2.10	2.72
2021.09.03.04:00	680	19.40	1.57	2.07	554	17.52	2.03	2.60
2021.09.03.10:00	681	22.95	1.62	2.14	555	20.87	2.44	2.95
2021.09.03.12:00	683	24.45	1.95	2.49	556	22.36	2.74	3.31
2021.09.04.01:00	682	18.90	2.42	2.95	555	17.05	2.44	2.99
2021.09.04.18:00	682	23.47	1.72	2.45	556	20.80	2.87	3.51
2021.09.04.19:00	682	22.04	1.97	2.64	556	19.59	2.83	3.47
2021.09.05.04:00	680	18.28	2.78	3.32	556	16.82	2.36	2.92
2021.09.05.07:00	680	18.60	2.52	3.01	556	17.19	2.15	2.70
2021.09.05.11:00	681	23.03	1.26	1.94	558	20.89	2.33	2.88
2021.09.06.05:00	681	18.95	2.03	2.56	554	17.32	1.91	2.42
2021.09.06.07:00	681	19.44	1.84	2.35	555	17.69	1.85	2.40
2021.09.06.20:00	681	20.27	1.75	2.20	557	18.33	2.10	2.66
2021.09.06.23:00	681	19.40	2.05	2.49	556	17.74	2.06	2.68
2021.09.08.07:00	684	19.62	1.45	1.94	553	18.13	1.63	2.01
2021.09.08.19:00	683	21.58	1.50	2.02	559	19.94	1.82	2.22
2021.09.08.23:00	683	18.65	1.62	2.10	559	17.84	1.34	1.73
2021.09.09.20:00	682	21.54	1.51	1.99	559	20.49	1.60	1.98
2021.09.10.05:00	681	18.95	1.85	2.26	559	18.23	1.63	2.03
2021.09.10.23:00	683	19.99	1.58	2.01	559	19.03	1.50	2.00
2021.09.11.03:00	683	19.06	1.65	2.08	560	18.21	1.53	2.05
2021.09.11.10:00	683	23.83	1.54	1.96	561	22.42	1.98	2.45
2021.09.11.21:00	683	21.16	1.77	2.22	561	20.31	1.65	2.07
2021.09.12.09:00	681	21.91	1.88	2.26	560	20.81	1.77	2.29
2021.09.12.15:00	683	27.60	1.79	2.50	561	25.85	2.63	3.30
2021.09.12.16:00	683	27.25	1.88	2.57	561	25.23	2.76	3.45
2021.09.12.22:00	682	20.99	2.00	2.48	559	19.91	2.03	2.57
2021.09.12.23:00	682	20.64	2.03	2.52	559	19.62	2.04	2.57
2021.09.13.05:00	681	19.61	2.23	2.71	558	18.47	1.90	2.39
2021.09.13.09:00	680	22.29	1.57	2.06	560	20.37	2.15	2.65
2021.09.14.17:00	678	24.63	2.30	2.92	561	21.63	2.90	3.56
2021.09.15.11:00	679	24.50	1.72	2.50	557	22.11	2.94	3.61
2021.09.15.17:00	681	24.59	2.19	3.00	528	21.15	3.38	4.07
2021.09.15.19:00	681	21.98	1.97	2.60	558	19.22	2.97	3.52
2021.09.15.22:00	682	19.84	2.37	2.85	557	17.61	2.56	3.13
2021.09.16.09:00	680	21.18	1.43	1.96	557	19.20	2.23	2.77
2021.09.17.06:00	681	19.30	1.63	2.11	559	17.52	2.03	2.57
2021.09.18.01:00	682	18.35	2.17	2.59	560	16.77	2.09	2.57
2021.09.18.06:00	682	17.14	2.32	2.74	561	16.03	1.87	2.33
2021.09.18.07:00	683	17.46	2.21	2.61	561	16.24	1.81	2.34
2021.09.18.12:00	683	24.93	1.55	2.22	559	22.85	2.63	3.24
2021.09.18.23:00	683	18.87	1.91	2.46	561	17.65	1.95	2.45
2021.09.19.07:00	683	17.83	2.12	2.66	559	16.27	1.88	2.39
2021.09.19.08:00	683	19.55	2.22	2.72	558	17.70	2.17	2.68
2021.09.19.14:00	682	25.58	1.66	2.26	558	23.67	2.78	3.43
2021.09.20.12:00	683	25.08	1.33	1.94	559	23.31	2.38	2.94
2021.09.20.19:00	683	22.69	1.70	2.29	560	20.25	2.51	3.05
2021.09.21.01:00	682	21.21	2.22	2.81	559	19.67	2.25	2.79
2021.09.21.16:00	676	24.49	1.43	2.08	557	22.30	2.52	3.02
2021.09.22.01:00	678	18.76	2.04	2.49	555	17.43	1.89	2.35
2021.09.22.04:00	677	18.42	2.09	2.55	555	16.98	2.00	2.51
2021.09.22.05:00	677	18.37	2.10	2.56	556	16.96	2.00	2.54
2021.09.22.09:00	676	21.34	2.20	2.68	555	19.36	2.52	3.19
2021.09.22.11:00	676	23.50	2.34	2.96	556	21.34	3.21	3.88
2021.09.22.14:00	677	24.83	2.03	2.67	556	22.88	3.08	3.84
2021.09.23.01:00	680	17.44	2.33	2.89	555	16.04	2.12	2.76
2021.09.24.07:00	678	15.07	1.99	2.54	556	14.25	1.53	1.93
2021.09.24.21:00	681	19.02	2.01	2.53	555	17.13	2.08	2.53
2021.09.25.01:00	681	17.59	2.22	2.68	555	16.17	1.82	2.29
2021.09.25.09:00	679	19.98	1.82	2.29	553	18.30	2.02	2.58
2021.09.27.11:00	682	22.48	1.67	2.27	553	20.59	2.68	3.28
2021.09.28.07:00	679	18.38	1.90	2.37	553	16.40	2.22	2.72
2021.09.28.08:00	681	19.20	1.63	2.12	555	17.24	2.14	2.69

2021.09.28.12:00	681	22.84	1.37	1.91	555	21.14	2.38	3.00
2021.09.28.18:00	682	21.17	1.48	2.00	556	19.40	2.20	2.78
2021.09.29.07:00	683	20.34	1.58	2.01	556	18.95	1.75	2.16
2021.09.30.00:00	681	18.94	2.10	2.55	557	17.71	2.17	2.79
2021.09.30.16:00	680	24.91	1.68	2.25	556	23.23	2.48	3.00
2021.10.01.01:00	681	16.85	1.84	2.31	556	16.65	1.52	1.94
2021.10.01.06:00	682	16.02	1.87	2.43	557	15.62	1.51	2.00
2021.10.01.08:00	682	17.29	1.97	2.47	557	16.59	1.59	2.09
2021.10.01.14:00	682	25.90	1.35	1.80	557	24.70	1.86	2.31
2021.10.01.17:00	682	24.04	1.67	2.28	549	22.39	2.42	2.96
2021.10.02.01:00	676	17.19	1.60	2.06	552	15.99	1.71	2.11
2021.10.02.20:00	680	18.91	1.97	2.42	556	18.12	1.95	2.36
2021.10.03.04:00	678	16.38	2.18	2.66	557	16.07	1.76	2.18
2021.10.03.13:00	679	27.17	1.46	1.92	556	26.16	1.92	2.41
2021.10.03.22:00	680	19.29	2.61	3.02	554	19.41	2.06	2.52
2021.10.04.01:00	679	18.59	3.24	3.72	352	18.48	2.81	3.32
2021.10.04.22:00	678	21.76	1.85	2.30	554	20.37	1.56	1.95
2021.10.05.02:00	676	20.64	2.09	2.50	553	19.30	1.63	2.04
2021.10.05.10:00	679	24.05	1.77	2.51	555	22.27	2.49	3.18
2021.10.05.18:00	680	22.51	2.28	2.99	554	20.85	2.80	3.49
2021.10.05.20:00	680	20.46	2.26	2.77	554	19.03	2.41	3.00
2021.10.05.21:00	680	19.96	2.24	2.73	554	18.48	2.35	2.91
2021.10.06.02:00	680	18.60	2.07	2.51	554	17.20	2.13	2.58
2021.10.06.03:00	680	18.37	2.03	2.48	554	17.04	2.08	2.51
2021.10.06.22:00	681	18.70	2.04	2.54	556	17.07	2.37	2.87
2021.10.07.01:00	681	18.10	1.98	2.50	555	16.64	1.98	2.39
2021.10.07.03:00	681	17.87	1.90	2.42	556	16.65	1.70	2.06
2021.10.07.18:00	681	20.45	1.91	2.45	558	18.78	2.31	2.88
2021.10.07.19:00	681	19.66	1.75	2.29	557	18.16	2.03	2.53
2021.10.07.23:00	681	18.40	1.70	2.21	556	17.09	1.74	2.21
2021.10.08.08:00	678	18.69	1.81	2.36	556	17.15	1.97	2.59
2021.10.08.11:00	679	21.02	2.37	2.92	557	19.43	2.80	3.52
2021.10.08.12:00	679	21.33	2.39	2.97	555	19.76	2.88	3.61
2021.10.08.14:00	680	21.59	2.41	3.06	557	19.89	2.91	3.65
2021.10.09.02:00	680	19.07	1.78	2.31	557	17.68	1.92	2.41
2021.10.09.05:00	680	18.79	1.75	2.27	552	17.58	1.82	2.33
2021.10.09.09:00	678	20.70	1.98	2.43	556	19.17	2.16	2.62
2021.10.09.20:00	679	20.87	1.71	2.12	556	19.69	1.89	2.29
2021.10.10.01:00	680	19.44	1.79	2.17	557	18.64	1.49	1.85
2021.10.10.02:00	680	19.37	1.76	2.14	556	18.61	1.44	1.80
2021.10.10.11:00	678	24.73	1.89	2.47	557	23.39	2.59	3.18
2021.10.11.02:00	677	17.27	3.48	3.99	555	16.15	3.48	4.06
2021.10.11.08:00	676	14.91	2.69	3.42	555	13.14	2.82	3.67
2021.10.11.12:00	677	16.72	1.83	2.63	556	14.60	2.57	3.53
2021.10.11.14:00	677	17.06	1.61	2.31	556	14.94	2.46	3.25
2021.10.11.18:00	676	16.01	1.46	2.07	556	14.01	2.11	2.79
2021.10.12.15:00	680	18.02	2.21	2.77	555	15.23	2.93	3.68
2021.10.12.16:00	678	17.88	2.15	2.72	556	15.07	2.87	3.62
2021.10.13.00:00	678	15.63	2.03	2.65	553	13.80	2.23	2.96
2021.10.13.10:00	681	19.29	1.50	2.13	554	17.20	2.46	3.10
2021.10.13.19:00	678	18.49	2.00	2.53	556	16.48	2.63	3.25
2021.10.14.02:00	676	16.13	2.48	3.01	556	14.65	2.25	2.94
2021.10.14.10:00	678	20.37	1.87	2.34	556	18.56	2.51	3.15
2021.10.14.13:00	678	23.27	1.52	1.98	555	21.64	2.31	2.86
2021.10.14.17:00	678	21.96	1.57	2.13	555	20.09	2.52	3.04
2021.10.15.05:00	678	16.11	1.83	2.31	556	14.75	1.61	2.07
2021.10.15.23:00	679	17.08	1.57	2.16	555	14.95	2.19	2.75
2021.10.16.01:00	679	16.38	1.59	2.10	557	14.37	2.12	2.68
2021.10.16.11:00	680	14.54	1.72	2.33	555	12.83	2.07	2.50
2021.10.16.19:00	680	9.65	2.67	3.19	557	7.58	2.77	3.41
2021.10.17.11:00	677	8.18	2.06	2.62	553	6.45	2.39	3.03
2021.10.18.08:00	678	4.27	3.18	3.85	528	3.33	2.42	3.07
2021.10.18.20:00	680	9.54	2.21	2.74	554	8.40	1.91	2.35
2021.10.18.23:00	681	9.06	2.16	2.71	552	8.00	1.81	2.24
2021.10.19.17:00	680	12.85	1.97	2.77	555	10.51	2.82	3.48
2021.10.20.05:00	680	4.93	2.86	3.58	553	3.76	2.03	2.78
2021.10.20.13:00	677	14.01	1.41	2.07	556	12.27	2.22	2.85
2021.10.20.14:00	679	14.30	1.41	2.11	556	12.59	2.26	2.78
2021.10.20.17:00	679	12.39	1.48	2.14	556	10.39	2.30	2.79
2021.10.20.19:00	679	9.04	2.21	2.73	557	7.64	1.86	2.32
2021.10.21.10:00	677	10.52	2.51	3.05	557	9.43	2.27	2.88
2021.10.21.17:00	681	13.23	1.56	2.25	560	11.26	2.30	2.82
2021.10.22.12:00	679	14.65	1.69	2.46	560	12.46	2.67	3.29
2021.10.22.13:00	680	15.26	1.64	2.45	561	13.01	2.75	3.39
2021.10.22.17:00	681	13.99	1.85	2.61	562	11.17	2.87	3.47

2021.10.22.21:00	681	8.75	2.96	3.53	561	7.55	2.28	2.81
2021.10.23.09:00	681	9.45	3.23	3.87	559	8.55	2.55	3.22
2021.10.23.15:00	681	17.44	1.37	2.08	559	15.57	2.40	2.86
2021.10.24.06:00	680	5.23	3.48	4.35	536	5.57	2.82	3.48
2021.10.25.01:00	679	7.30	3.27	4.11	558	7.34	2.60	3.28
2021.10.25.08:00	677	7.07	3.55	4.35	558	6.81	2.69	3.39
2021.10.26.22:00	680	10.54	2.51	3.04	557	9.98	1.87	2.34
2021.10.27.05:00	679	9.75	2.70	3.25	556	8.96	1.96	2.39
2021.10.27.09:00	680	12.40	2.55	3.08	558	11.14	2.09	2.69
2021.10.27.14:00	679	18.43	1.63	2.26	559	16.86	2.20	2.70
2021.10.28.07:00	680	5.35	3.70	4.46	542	5.61	2.77	3.32
2021.10.28.23:00	680	9.06	3.12	3.85	556	9.01	2.63	3.16
2021.10.29.01:00	680	8.66	3.47	4.20	556	8.51	2.69	3.28
2021.10.29.08:00	680	9.25	3.60	4.31	557	8.79	2.77	3.45
2021.10.29.09:00	681	12.12	3.00	3.68	558	10.93	2.52	3.19
2021.10.29.10:00	680	14.70	2.15	2.82	558	13.02	2.44	3.06
2021.10.29.14:00	680	18.42	1.55	2.24	553	16.22	2.81	3.39
2021.10.29.22:00	680	10.03	2.96	3.56	559	9.23	2.37	2.94
2021.10.30.05:00	680	8.79	3.17	3.77	558	8.06	2.38	2.97
2021.10.30.06:00	680	8.68	3.09	3.71	558	8.05	2.35	2.93
2021.10.30.11:00	678	14.98	1.65	2.17	559	13.73	1.84	2.45
2021.10.30.17:00	680	15.71	1.37	1.96	559	13.69	2.14	2.62
2021.11.01.16:00	680	16.56	1.92	2.55	561	14.72	2.53	3.14
2021.11.01.17:00	681	15.24	1.69	2.36	562	13.33	2.44	3.02
2021.11.01.18:00	681	13.44	1.78	2.41	562	11.69	2.17	2.71
2021.11.02.08:00	681	7.88	2.96	3.59	559	6.80	2.22	2.84
2021.11.02.11:00	680	13.46	2.35	2.99	559	12.01	2.38	2.87
2021.11.02.14:00	680	15.86	1.57	2.27	560	14.14	2.29	2.88
2021.11.02.15:00	680	15.76	1.48	2.22	559	13.96	2.35	2.93
2021.11.02.19:00	680	11.22	1.84	2.38	561	9.94	1.68	2.12
2021.11.02.22:00	679	9.04	2.30	2.81	558	8.20	1.59	2.02
2021.11.03.05:00	680	6.82	2.71	3.32	557	6.57	1.75	2.27
2021.11.04.00:00	681	8.36	2.96	3.47	560	7.79	2.13	2.58
2021.11.04.06:00	681	7.18	2.84	3.47	550	6.78	2.10	2.62
2021.11.04.17:00	682	14.96	1.75	2.32	562	13.60	2.27	2.81
2021.11.04.18:00	682	12.59	1.88	2.46	561	11.65	2.04	2.51
2021.11.05.05:00	683	6.76	2.85	3.56	557	7.13	2.37	2.95
2021.11.05.13:00	684	17.67	1.40	2.03	559	16.62	1.81	2.23
2021.11.05.20:00	683	11.27	2.70	3.34	560	11.11	2.18	2.72
2021.11.06.06:00	683	7.79	3.96	4.80	556	8.34	3.02	3.87
2021.11.06.16:00	683	18.67	1.53	2.27	561	16.46	2.65	3.18
2021.11.06.22:00	682	10.68	3.04	3.69	559	10.57	2.48	3.03
2021.11.07.06:00	683	8.15	3.62	4.37	557	8.46	2.73	3.33
2021.11.08.13:00	683	9.19	2.35	3.00	557	7.16	2.56	3.18
2021.11.08.17:00	683	8.05	2.13	2.68	558	5.90	2.57	3.14
2021.11.09.04:00	681	5.15	2.58	3.23	556	3.14	2.74	3.41
2021.11.09.06:00	681	5.15	2.50	3.12	557	3.08	2.69	3.39
2021.11.09.20:00	683	6.56	1.94	2.56	555	4.18	2.44	2.99
2021.11.09.23:00	683	5.87	2.05	2.67	555	3.58	2.52	3.11
2021.11.10.01:00	682	5.19	2.46	3.07	553	3.04	2.70	3.31
2021.11.10.06:00	683	3.82	3.14	3.76	552	1.55	3.11	3.84
2021.11.11.00:00	681	6.26	2.44	3.12	554	3.95	2.75	3.45
2021.11.11.13:00	681	9.55	2.29	3.06	558	6.99	3.25	4.00
2021.11.12.00:00	679	4.35	2.40	3.13	553	2.15	2.55	3.24
2021.11.12.08:00	679	3.61	2.90	3.65	552	1.22	2.96	3.72
2021.11.13.07:00	680	1.56	3.70	4.53	551	1.09	2.90	3.53
2021.11.13.09:00	678	4.98	3.48	4.19	554	3.95	2.82	3.53
2021.11.13.17:00	679	11.49	1.65	2.35	545	9.19	2.54	3.12
2021.11.14.00:00	680	6.38	3.01	3.58	545	5.60	2.21	2.66
2021.11.14.09:00	680	8.34	3.06	3.64	554	7.47	2.33	2.90
2021.11.14.14:00	679	15.74	1.48	2.27	557	13.52	2.66	3.24
2021.11.14.19:00	678	9.87	2.24	2.78	557	8.87	1.93	2.36
2021.11.15.01:00	678	5.99	2.80	3.45	554	6.26	2.19	2.63
2021.11.15.07:00	678	3.98	3.01	3.73	551	4.32	2.38	2.85
2021.11.15.22:00	682	6.24	2.51	3.13	559	6.19	2.13	2.56
2021.11.16.01:00	682	5.18	2.80	3.42	557	5.27	2.25	2.70
2021.11.16.08:00	682	4.12	3.32	4.06	554	4.21	2.53	3.13
2021.11.16.11:00	683	11.63	2.06	2.52	557	10.26	2.13	2.73
2021.11.17.02:00	684	3.05	3.33	4.08	559	3.12	2.57	3.13
2021.11.17.05:00	684	2.00	3.38	4.16	556	2.20	2.66	3.25
2021.11.17.16:00	684	12.36	1.85	2.42	560	10.51	2.49	3.02
2021.11.17.21:00	684	6.73	2.70	3.33	560	5.71	2.16	2.70
2021.11.18.01:00	684	5.94	2.84	3.43	559	5.02	2.13	2.65
2021.11.18.06:00	684	5.13	3.07	3.69	550	4.72	2.21	2.72
2021.11.18.08:00	683	5.89	3.02	3.62	555	5.21	2.21	2.68

2021.11.18.12:00	683	14.02	1.79	2.41	558	12.06	2.68	3.35
2021.11.18.16:00	685	14.89	1.40	2.15	560	12.94	2.50	3.07
2021.11.19.01:00	685	8.46	3.28	3.82	555	7.67	2.27	2.82
2021.11.19.15:00	685	16.57	1.36	2.01	557	14.92	2.16	2.67
2021.11.19.20:00	686	9.89	2.12	2.61	558	9.45	1.85	2.22
2021.11.19.21:00	686	9.17	2.25	2.74	558	8.97	1.97	2.36
2021.11.20.04:00	686	6.75	2.77	3.41	556	6.98	2.20	2.72
2021.11.20.08:00	686	6.84	2.80	3.45	555	6.67	2.20	2.69
2021.11.20.17:00	684	12.74	1.61	2.13	559	11.72	1.89	2.41
2021.11.20.18:00	685	10.47	1.84	2.37	559	9.93	1.70	2.13
2021.11.20.21:00	685	7.65	2.24	2.86	559	7.88	1.94	2.39
2021.11.21.02:00	684	6.81	2.48	3.09	558	7.30	2.17	2.67
2021.11.21.17:00	685	13.34	1.66	2.15	560	11.83	2.10	2.70
2021.11.21.23:00	684	10.32	2.05	2.62	556	9.43	1.95	2.45
2021.11.22.08:00	685	5.78	2.97	3.57	556	3.45	3.22	3.97
2021.11.22.17:00	685	4.19	2.48	3.14	559	1.68	3.01	3.77
2021.11.22.22:00	686	1.82	2.37	3.06	558	-0.83	2.92	3.66
2021.11.23.00:00	685	1.32	2.41	3.11	557	-1.25	2.90	3.66
2021.11.23.17:00	686	3.10	2.72	3.40	560	0.34	3.23	4.08
2021.11.24.00:00	686	2.19	3.27	4.05	554	-0.08	3.45	4.33
2021.11.24.05:00	686	1.63	3.81	4.62	554	-0.45	3.61	4.53
2021.11.24.16:00	684	9.40	2.36	3.04	557	6.78	3.33	3.97
2021.11.25.05:00	686	4.70	3.46	4.11	554	3.93	2.39	2.91
2021.11.25.08:00	686	4.45	3.59	4.34	540	3.99	2.71	3.26
2021.11.26.08:00	685	0.70	3.82	4.56	555	-0.39	2.83	3.55
2021.11.26.20:00	685	3.83	2.68	3.35	557	2.31	2.58	3.24
2021.11.26.21:00	685	3.12	2.82	3.51	555	1.76	2.58	3.24
2021.11.27.07:00	685	-0.92	3.83	4.71	555	-1.96	2.71	3.51
2021.11.27.08:00	685	-0.59	3.83	4.70	550	-1.52	2.72	3.59
2021.11.27.09:00	684	1.74	3.50	4.26	557	0.55	2.77	3.62
2021.11.28.00:00	684	-0.02	3.11	3.91	557	0.67	2.46	2.98
2021.11.28.02:00	685	-0.66	3.34	4.20	556	0.26	2.67	3.27
2021.11.28.09:00	682	1.74	3.76	4.66	556	2.41	3.10	3.88
2021.11.28.13:00	685	11.57	1.94	2.39	556	10.43	2.16	2.76
2021.11.28.14:00	685	12.20	1.79	2.25	558	10.89	2.18	2.76
2021.11.29.01:00	685	2.18	3.41	4.14	556	3.04	2.84	3.41
2021.11.29.05:00	684	1.05	3.77	4.57	557	2.21	3.16	3.82
2021.11.29.06:00	685	0.98	3.86	4.67	556	2.09	3.22	3.89
2021.11.29.21:00	685	6.48	2.95	3.61	559	6.15	2.37	2.95
2021.11.30.15:00	684	8.82	1.92	2.49	558	6.94	2.21	2.73
2021.12.01.01:00	684	2.38	2.41	3.00	556	-0.17	2.94	3.67
2021.12.01.10:00	683	1.25	2.83	3.57	555	-1.60	3.53	4.42
2021.12.01.18:00	687	0.49	2.21	3.01	558	-2.33	3.07	3.88
2021.12.02.06:00	684	-3.11	3.65	4.44	556	-4.89	3.23	4.13
2021.12.02.13:00	685	4.88	2.32	2.98	559	2.75	2.98	3.71
2021.12.02.23:00	686	3.43	2.75	3.44	557	1.49	2.32	2.96
2021.12.03.00:00	686	3.58	2.86	3.51	557	1.69	2.34	2.98
2021.12.03.01:00	685	3.77	2.86	3.47	556	1.91	2.38	2.99
2021.12.03.13:00	686	6.48	2.83	3.48	559	4.36	3.20	4.02
2021.12.03.21:00	684	1.60	2.92	3.62	559	-1.04	3.28	4.06
2021.12.04.01:00	685	0.31	3.32	4.10	557	-2.16	3.38	4.22
2021.12.04.07:00	685	-2.03	3.25	4.16	558	-3.07	2.62	3.48
2021.12.05.12:00	685	6.98	1.92	2.39	559	5.95	2.02	2.57
2021.12.05.19:00	684	3.11	2.49	3.09	561	2.92	2.00	2.45
2021.12.06.00:00	682	0.74	3.30	4.05	559	1.44	2.66	3.19
2021.12.08.13:00	685	10.90	1.87	2.58	559	9.46	2.38	3.03
2021.12.08.16:00	684	11.08	1.75	2.39	560	9.45	2.45	2.92
2021.12.08.21:00	686	3.44	2.86	3.51	560	3.81	2.15	2.66
2021.12.09.01:00	686	2.37	3.10	3.85	560	2.96	2.49	3.10
2021.12.09.07:00	686	1.05	3.61	4.43	558	1.84	2.84	3.55
2021.12.09.19:00	683	7.40	2.61	3.21	558	6.34	2.18	2.76
2021.12.09.21:00	685	6.21	2.94	3.55	559	5.56	2.21	2.75
2021.12.11.00:00	685	5.50	2.30	2.83	559	4.62	1.92	2.43
2021.12.11.01:00	684	5.17	2.37	2.91	556	4.28	1.96	2.46
2021.12.11.02:00	685	4.89	2.38	2.95	557	4.02	1.97	2.49
2021.12.12.13:00	685	7.31	2.84	3.38	534	5.69	3.10	3.84
2021.12.12.15:00	686	6.43	3.02	3.61	560	4.62	3.09	3.84
2021.12.13.10:00	686	-1.07	2.60	3.19	559	-3.40	2.97	3.80
2021.12.14.13:00	686	6.28	1.98	2.58	562	4.00	2.76	3.39
2021.12.14.19:00	684	4.33	1.97	2.53	559	2.35	2.12	2.60
2021.12.15.01:00	685	3.64	2.71	3.35	557	2.19	2.10	2.57
2021.12.15.08:00	685	4.15	2.71	3.47	531	3.27	2.14	2.75
2021.12.15.13:00	685	10.33	2.43	3.07	559	8.09	3.35	4.02
2021.12.15.22:00	686	4.07	2.40	2.96	559	3.60	2.13	2.55
2021.12.16.16:00	686	8.81	1.53	2.09	559	6.86	2.30	2.87

2021.12.17.03:00	686	3.87	2.96	3.54	560	2.16	2.94	3.65
2021.12.17.11:00	681	-0.75	2.98	3.54	557	-2.78	3.14	3.90
2021.12.17.14:00	684	-1.64	2.69	3.33	558	-3.79	2.92	3.74
2021.12.17.21:00	682	-6.11	3.29	4.02	556	-8.88	3.64	4.56
2021.12.18.05:00	681	-8.90	3.30	4.22	555	-11.59	3.29	4.39
2021.12.18.07:00	680	-9.45	3.37	4.27	556	-11.76	3.08	4.14
2021.12.18.18:00	684	-1.62	2.37	2.99	557	-3.76	2.65	3.30
2021.12.18.21:00	685	-1.88	2.71	3.46	555	-3.90	2.38	3.02
2021.12.19.17:00	685	3.16	2.18	2.84	558	0.53	2.93	3.62
2021.12.20.02:00	685	-0.47	3.27	4.06	556	-1.20	2.21	2.75
2021.12.21.02:00	688	3.86	3.47	4.12	558	3.60	2.60	3.14
2021.12.21.04:00	689	3.58	3.50	4.19	558	3.38	2.63	3.20
2021.12.21.19:00	688	5.43	2.61	3.25	560	4.31	2.35	2.92
2021.12.22.10:00	687	2.68	3.22	4.04	557	1.97	2.89	3.70
2021.12.22.13:00	687	8.32	2.54	3.05	557	7.07	2.71	3.46
2021.12.22.16:00	688	8.53	2.31	2.92	559	6.89	2.85	3.54
2021.12.22.22:00	687	0.25	3.00	3.72	558	0.51	2.46	3.00
2021.12.22.23:00	687	-0.37	3.02	3.78	558	0.11	2.54	3.08
2021.12.23.05:00	685	-2.52	3.43	4.28	558	-1.47	3.01	3.59
2021.12.23.10:00	683	2.02	3.43	4.25	558	1.65	2.92	3.76
2021.12.23.13:00	684	8.23	2.42	3.00	560	6.67	2.88	3.62
2021.12.24.04:00	685	-0.07	2.85	3.56	558	-0.21	2.41	2.88
2021.12.24.20:00	687	1.21	3.39	4.03	558	0.04	3.05	3.71
2021.12.25.00:00	687	-2.02	3.67	4.28	559	-3.20	3.05	3.76
2021.12.25.06:00	685	-6.46	4.00	4.66	558	-8.26	3.58	4.43
2021.12.25.17:00	687	-6.46	3.09	3.75	559	-8.68	3.22	4.08
2021.12.25.18:00	686	-7.32	3.25	3.93	557	-9.68	3.39	4.28
2021.12.26.08:00	684	-12.00	4.07	4.98	554	-14.72	4.02	5.13
2021.12.26.11:00	685	-8.31	3.38	4.04	554	-10.84	3.74	4.65
2021.12.26.15:00	686	-5.13	2.70	3.33	557	-7.38	3.19	3.94
2021.12.27.06:00	685	-10.64	3.80	4.73	554	-12.45	3.33	4.33
2021.12.27.12:00	684	-2.95	2.73	3.26	557	-4.94	3.10	3.85
2021.12.27.15:00	685	-1.23	3.16	3.63	558	-3.12	3.32	4.04
2021.12.27.16:00	684	-1.25	3.19	3.68	558	-3.35	3.41	4.11
2021.12.28.15:00	686	3.16	3.31	3.69	537	1.30	3.09	3.70
2021.12.29.08:00	686	-0.42	3.19	3.96	543	-0.96	2.58	3.21
2021.12.29.11:00	687	3.85	3.03	3.58	558	2.25	2.91	3.54
2021.12.29.15:00	687	6.22	2.18	2.92	557	3.70	3.05	3.71
2021.12.29.21:00	687	2.68	2.52	3.06	558	0.86	2.68	3.34
2021.12.30.09:00	685	-2.52	3.29	4.00	556	-5.11	3.63	4.48

부록 C. 객관분석 프로그램 소스코드

■ Multiquadric 객관분석 프로그램 (영역 내 격자점별)

아래 격자체계에 대하여 격자점에 대한 객관분석 결과를 제공한다.

계산시간 단축을 위하여 최대한 반복적인 부분에 사전 계산 등으로 효율화하고자 하였다. 이를 위하여 2차원과 3차원을 구분하고, 2개 변수를 같이 계산해야 하는 바람의 경우는 별도 소스로 구성하였다.

격자영역 구조체에서 격자점 수에만 영향을 받아 격자영역이 $[0:NX][0:NY]$ 이므로 $NX+1, NY+1$ 이다. 계산을 위해 함수내에서 배열을 생성하는데, 관측지점수와 격자체계가 변화가 없으면, 반복 계산시 재활용하여 속도를 높이도록 옵션을 두었다. 3차원인 경우, 같은 자료를 가지고 고도값을 다르게 하면서 반복 계산하는 경우가 있어서 $reuse=2$ 로 추가 옵션을 두었다.

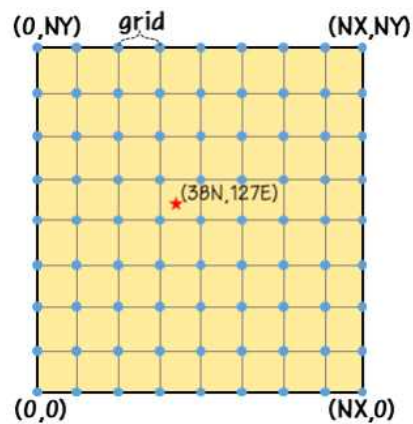
```

/*****
**
**  Multi-Quadric기반의 객관분석 프로그램
**
**=====
**
**   o  작성자 : 이정환 (2019.10.2)
**
**
***/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <iconv.h>
#include <errno.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <time.h>
#include <dirent.h>
#include <math.h>
#include "cgiutil.h"
#include "nrutil.h"

// 격자영역 설정
struct GRID_AREA {
    int    NX, NY;      // 격자 배열 갯수 [0:NY][0:NX]
    float  SX, SY;      // 격자 기준점(38N,127E) 위치(km)
    float  grid;        // 격자 크기(km)
};

/*****
*   MQ 객관분석 (2차원)
***/
int MQ_obj2D (
    struct GRID_AREA gm, // 격자영역
    float no_area,       // 이 값 이하이면, 계산영역이 아님
    int  num_stn,        // 사용할 관측지점수
    float *x,            // 지점 X위치(km)
    float *y,            // 지점 Y위치(km)
    float *d,            // 관측값
    float **g,           // [결과] 격자자료
    int  reuse           // 0 .. 재활용X (관측지점수 or 격자체계가 변하면, 재활용 안됨)
                      // 1 .. 재활용 (관측값은 변하고, 관측지점수 and 격자체계가 변하지 않으면)
)

```



```

{
double mq_mp = 0.0005, mq_sm = 1.0; // 기상청 관측망에 최적화
double gx = 1.0/gm.NX, gy = 1.0/gm.NY, cc = 1.0/(mq_mp*mq_mp);
double dx, dy, s1, x1, y1, q1, hf;
double data_min, data_max, dd;
double *xp, *yp, *dp;
static double **px, **py;
static double **q;
static int *indx;
static int first = 0;
int i, j, k;

////////////////////////////////////
// 1. 관측자료 정규화 (자료가 모두 같으면 객관분석이 필요없음)
data_min = 99999; data_max = -99999;
for (k = 0; k < num_stn; k++) {
    if (data_min > d[k]) data_min = d[k];
    if (data_max < d[k]) data_max = d[k];
}
dd = data_max - data_min;
if (dd < 0.000001) {
    for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
        for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
            g[j][i] = d[0];
        }
    }
    return 0;
}
else {
    dp = dvector(0, num_stn-1);
    for (k = 0; k < num_stn; k++)
        dp[k] = (d[k]-data_min)/dd;
}

////////////////////////////////////
// 전처리 (격자영역의 정규화 포함)
if (first == 0) {
    // 2. MQ 전처리
    q = dmatrix(0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    indx = ivector(0, num_stn-1);

    for (j = 0; j < num_stn-1; j++) {
        for (i = j+1; i < num_stn; i++) {
            dx = (x[j] - x[i])*gx;
            dy = (y[j] - y[i])*gy;
            q[j][i] = -sqrt( (dx*dx + dy*dy)*cc + 1.0 );
        }
    }

    for (j = 1; j < num_stn; j++) {
        for (i = 0; i < j; i++) {
            q[j][i] = q[i][j];
        }
    }

    s1 = mq_sm*num_stn*(0.1*0.1); // Smoothing parameter
    for (j = 0; j < num_stn; j++) {
        q[j][j] = -1.0 + s1;
    }
    ludcmp(q, num_stn, indx); // LU decomposition of Q

    // 3. 격자점과 지점좌표간의 편차를 사전 계산
    px = dmatrix(0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
        for (xp = &px[i][0], k = 0; k < num_stn; k++, xp++) {
            dx = (x[k] - i)*gx;
            *xp = dx*dx*cc;
        }
    }
}

```

```

    }
}

py = dmatrix(0, gm.NY, 0, num_stn-1);
for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
    for (yp = &py[j][0], k = 0; k < num_stn; k++, yp++) {
        dy = (y[k] - j)*gy;
        *yp = dy*dy*cc;
    }
}
first = 1;
}

/////////////////////////////////////////////////////////////////
// 4. 격자점별 값 계산
lubksb(q, num_stn, indx, dp); // (Invers matrix of Q)*v

for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
    for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
        if (g[j][i] <= no_area+0.1) continue;

        xp = &px[i][0];
        yp = &py[j][0];
        for (q1 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++) {
            hf = -sqrt(*xp + *yp + 1.0);
            q1 += (dp[k]*hf);
        }
        g[j][i] = q1*dd + data_min;
    }
}

// 9. 재사용 여부
if (reuse == 0) {
    free_ivector(indx, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(q, 0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(py, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(px, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dvector(dp, 0, num_stn-1);
    first = 0;
}
return 0;
}

```

```

/*****
* MQ 객관분석 (2차원) .. Wind Vector
*****/
int MQ_obj2D_vec (
    struct GRID_AREA gm, // 격자영역
    float no_area, // 이 값 이하이면, 계산영역이 아님
    int num_stn, // 사용할 관측지점수
    float *x, // 지점 X위치(km)
    float *y, // 지점 Y위치(km)
    float *us, // U풍속 관측값
    float *vs, // V풍속 관측값
    float **uu, // [결과] U풍속 격자자료
    float **vv, // [결과] V풍속 격자자료
    int reuse // 0 .. 재할용X (관측지점수 or 격자체계가 변하면, 재할용 안됨)
              // 1 .. 재할용 (관측값은 변하고, 관측지점수 and 격자체계가 변하지 않으면)
)
{
    double mq_mp = 0.0005, mq_sm = 1.0; // 기상청 관측망에 최적화
    double gx = 1.0/gm.NX, gy = 1.0/gm.NY, cc = 1.0/(mq_mp*mq_mp);
    double dx, dy, s1, x1, y1, hf, q1, q2;
    double data_min, data_max, dd;
    double *xp, *yp, *up, *vp;
    static double **px, **py;
    static double **q;
    static int *indx;
    static int first = 0;
    int i, j, k;

    //////////////////////////////////////
    // 1. 관측자료 정규화 (자료가 모두 같으면 객관분석이 필요없음)
    data_min = 99999; data_max = -99999;
    for (k = 0; k < num_stn; k++) {
        if (data_min > us[k]) data_min = us[k];
        if (data_max < us[k]) data_max = us[k];
        if (data_min > vs[k]) data_min = vs[k];
        if (data_max < vs[k]) data_max = vs[k];
    }
    dd = data_max - data_min;
    if (dd < 0.000001) {
        for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
            for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
                uu[j][i] = us[0];
                vv[j][i] = vs[0];
            }
        }
        return 0;
    }
    else {
        up = dvector(0, num_stn-1);
        vp = dvector(0, num_stn-1);
        for (k = 0; k < num_stn; k++) {
            up[k] = (us[k]-data_min)/dd;
            vp[k] = (vs[k]-data_min)/dd;
        }
    }
}

////////////////////////////////////
// 전처리 (격자영역의 정규화 포함)
if (first == 0) {
    // 2. MQ 전처리
    q = dmatrix(0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    indx = ivector(0, num_stn-1);

    for (j = 0; j < num_stn-1; j++) {
        for (i = j+1; i < num_stn; i++) {
            dx = (x[j] - x[i])*gx;
            dy = (y[j] - y[i])*gy;
            q[j][i] = -sqrt( (dx*dx + dy*dy)*cc + 1.0 );
        }
    }
}

```

```

    }
}

for (j = 1; j < num_stn; j++) {
    for (i = 0; i < j; i++) {
        q[j][i] = q[i][j];
    }
}

s1 = mq_sm*num_stn*(0.1*0.1); // Smooting parameter
for (j = 0; j < num_stn; j++) {
    q[j][j] = -1.0 + s1;
}
ludcmp(q, num_stn, indx); // LU decomposition of Q

// 3. 격자점과 지점좌표간의 편차를 사전 계산
px = dmatrix(0, gm.NX, 0, num_stn-1);
for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
    for (xp = &px[i][0], k = 0; k < num_stn; k++, xp++) {
        dx = (x[k] - i)*gx;
        *xp = dx*dx*cc;
    }
}

py = dmatrix(0, gm.NY, 0, num_stn-1);
for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
    for (yp = &py[j][0], k = 0; k < num_stn; k++, yp++) {
        dy = (y[k] - j)*gy;
        *yp = dy*dy*cc;
    }
}
first = 1;
}

////////////////////////////////////
// 4. 격자점별 값 계산
lubksb(q, num_stn, indx, up); // (Invers matrix of Q)*v
lubksb(q, num_stn, indx, vp); // (Invers matrix of Q)*v

for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
    for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
        if (uu[j][i] <= no_area+0.1) continue;

        xp = &px[i][0];
        yp = &py[j][0];
        for (q1 = 0.0, q2 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++) {
            hf = -sqrt(*xp + *yp + 1.0);
            q1 += (up[k]*hf);
            q2 += (vp[k]*hf);
        }
        uu[j][i] = q1*dd + data_min;
        vv[j][i] = q2*dd + data_min;
    }
}

// 9. 재활용 여부
if (reuse == 0) {
    free_ivector(indx, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(q, 0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(py, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(px, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dvector(vp, 0, num_stn-1);
    free_dvector(up, 0, num_stn-1);
    first = 0;
}
return 0;
}

```

```

/*****
* MQ 객관분석 (3차원) .. 지형고도를 따라 가거나, 특정 고도의 값들을 산출할때
*****/
int MQ_obj3D (
    struct GRID_AREA gm, // 격자영역
    float ht_max, // 최대고도(m)
    float ht, // 계산할 고도(m), 음수이면 topo사용
    float **topo, // 지형고도(m)
    float no_area, // 이 값 이하이면, 계산영역이 아님
    int num_stn, // 사용할 관측지점수
    float *x, // 지점 X위치(km)
    float *y, // 지점 Y위치(km)
    float *z, // 지점 Z위치(m)
    float *d, // 관측값
    float *g, // [결과] 격자자료
    int reuse // 0 .. 재활용X (관측지점수 or 격자체계가 변하면, 재활용 안됨)
              // 1 .. 재활용 (관측값은 변하고, 관측지점수와 격자체계가 변하지 않으면)
              // 2 .. 재활용 (관측값 and 관측지점수 and 격자체계가 변하지 않으면,
              // 예들 들어, 고도별을 바꾸어가면서 반복 계산할 경우)
)
{
    double mq_mp = 0.0005, mq_sm = 1.0; // 기상청 관측망에 최적화
    double gx = 1.0/gm.NX, gy = 1.0/gm.NY, gz = 1.0/ht_max, cc = 1.0/(mq_mp*mq_mp);
    double dx, dy, dz, hf, q1, s1, x1, y1, z1;
    double data_min, data_max, dd;
    double *xp, *yp, *zp, *dp;
    static double **px, **py, *pz;
    static double **q;
    static int *indx;
    static int first = 0;
    int i, j, k;

    //////////////////////////////////////
    // 1. 관측자료 정규화 (자료가 모두 같으면 객관분석이 필요없음)
    if (first == 0 || reuse == 2) {
        data_min = 99999; data_max = -99999;
        for (k = 0; k < num_stn; k++) {
            if (data_min > d[k]) data_min = d[k];
            if (data_max < d[k]) data_max = d[k];
        }
        dd = data_max - data_min;

        dp = dvector(0, num_stn-1);
        if (dd < 0.000001) {
            for (k = 0; k < num_stn; k++)
                dp[k] = d[k]-data_min;
        }
        else {
            for (k = 0; k < num_stn; k++) {
                dp[k] = (d[k]-data_min)/dd;
            }
        }
    }

    //////////////////////////////////////
    // 사전계산 (격자영역의 정규화 포함)
    if (first == 0) {
        // 2. MQ 전처리
        q = dmatrix(0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
        indx = ivector(0, num_stn-1);

        for (j = 0; j < num_stn-1; j++) {
            for (i = j+1; i < num_stn; i++) {
                dx = (x[j] - x[i])*gx;
                dy = (y[j] - y[i])*gy;
                dz = (z[j] - z[i])*gz;
                q[j][i] = -sqrt( (dx*dx + dy*dy + dz*dz)*cc + 1.0 );
            }
        }
    }
}

```

```

}
}

for (j = 1; j < num_stn; j++) {
  for (i = 0; i < j; i++) {
    q[j][i] = q[i][j];
  }
}

s1 = mq_sm*num_stn*(0.1*0.1); // Smooting parameter
for (j = 0; j < num_stn; j++) {
  q[j][j] = -1.0 + s1;
}
ludcmp(q, num_stn, indx); // LU decomposition of Q
if (reuse == 2) lubksb(q, num_stn, indx, dp); // (Invers matrix of Q)*v

// 3. 격자점과 지점좌표간의 편차를 사전 계산
px = dmatrix(0, gm.NX, 0, num_stn-1);
for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
  for (xp = &px[i][0], k = 0; k < num_stn; k++, xp++) {
    dx = (x[k] - i)*gx;
    *xp = dx*dx*cc;
  }
}

py = dmatrix(0, gm.NY, 0, num_stn-1);
for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
  for (yp = &py[j][0], k = 0; k < num_stn; k++, yp++) {
    dy = (y[k] - j)*gy;
    *yp = dy*dy*cc;
  }
}

if (ht >= 0) pz = dvector(0, num_stn-1);

first = 1;
}

////////////////////////////////////
// 4. 격자점별 값 계산
if (reuse != 2) lubksb(q, num_stn, indx, dp); // (Invers matrix of Q)*v

// 4.1. 지표면에서의 값을 계산
if (ht < 0) {
  for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
    for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
      if (g[j][i] <= no_area+0.1) continue;

      xp = &px[i][0];
      yp = &py[j][0];
      z1 = (double)topo[j][i];

      for (q1 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++) {
        dz = (z[k] - z1)*gz;
        hf = -sqrt(*xp + *yp + dz*dz*cc + 1.0);
        q1 += (dp[k]*hf);
      }
      g[j][i] = q1*dd + data_min;
    }
  }
}

// 4.2. ht(km) 고도에서의 값을 계산
else {
  for (k = 0; k < num_stn; k++) {
    dz = (z[k] - ht)*gz;
    pz[k] = dz*dz*cc + 1.0;
  }
}

```

```

}

for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
    if (g[j][i] <= no_area+0.1) continue;

    xp = &px[i][0];
    yp = &py[j][0];
    zp = &pz[0];

    for (q1 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++, zp++) {
        hf = -sqrt(*xp + *yp + *zp);
        q1 += (dp[k]*hf);
    }
    g[j][i] = q1*dd + data_min;
}
}
}

// 9. 재할용 여부
if (reuse == 0) {
    free_ivector(indx, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(q, 0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    if (ht >= 0) free_dvector(pz, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(py, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(px, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dvector(dp, 0, num_stn-1);
    first = 0;
}
return 0;
}

```



```

/*****
* MQ 객관분석 (3차원) .. Wind Vector (지형고도를 따라 가거나, 특정 고도의 값들을 산출할때)
*****/
int MQ_obj3D_vec (
    struct GRID_AREA gm, // 격자영역
    float ht_max, // 최대고도(m)
    float ht, // 계산할 고도(m), 음수이면 topo사용
    float **topo, // 지형고도(m)
    float no_area, // 이 값 이하이면, 계산영역이 아님
    int num_stn, // 사용할 관측지점수
    float *x, // 지점 X위치(km)
    float *y, // 지점 Y위치(km)
    float *z, // 지점 Z위치(m)
    float *us, // U풍속 관측값
    float *vs, // V풍속 관측값
    float **uu, // [결과] U풍속 격자자료
    float **vv, // [결과] V풍속 격자자료
    int reuse // 0 .. 재활용X (관측지점수 or 격자체계가 변하면, 재활용 안됨)
              // 1 .. 재활용 (관측값은 변하고, 관측지점수와 격자체계가 변하지 않으면)
              // 2 .. 재활용 (관측값 and 관측지점수 and 격자체계가 변하지 않으면,
              // 예들 들어, 고도별을 바꾸어가면서 반복 계산할 경우)
)
{
    double mq_mp = 0.0005, mq_sm = 1.0;
    double gx = 1.0/gm.NX, gy = 1.0/gm.NY, gz = 1.0/ht_max, cc = 1.0/(mq_mp*mq_mp);
    double dx, dy, dz, hf, q1, q2, s1, x1, y1, z1;
    double data_min, data_max, dd;
    double *xp, *yp, *zp, *up, *vp;
    static double **px, **py, *pz;
    static double **q;
    static int *indx;
    static int first = 0;
    int i, j, k;

    //////////////////////////////////////
    // 1. 관측자료 정규화 (자료가 모두 같으면 객관분석이 필요없음)
    if (first == 0 || reuse == 2) {
        data_min = 99999; data_max = -99999;
        for (k = 0; k < num_stn; k++) {
            if (data_min > us[k]) data_min = us[k];
            if (data_max < us[k]) data_max = us[k];
            if (data_min > vs[k]) data_min = vs[k];
            if (data_max < vs[k]) data_max = vs[k];
        }
        dd = data_max - data_min;

        up = dvector(0, num_stn-1);
        vp = dvector(0, num_stn-1);
        if (dd < 0.000001) {
            for (k = 0; k < num_stn; k++) {
                up[k] = us[k]-data_min;
                vp[k] = vs[k]-data_min;
            }
        }
        else {
            for (k = 0; k < num_stn; k++) {
                up[k] = (us[k]-data_min)/dd;
                vp[k] = (vs[k]-data_min)/dd;
            }
        }
    }

    //////////////////////////////////////
    // 사전계산 (격자영역의 정규화 포함)
    if (first == 0) {
        // 2. MQ 전처리
        for (k = 0; k < num_stn; k++) {

```

```

    x[k] /= (float)(gm.NX);
    y[k] /= (float)(gm.NY);
    z[k] /= ht_max;
}

q = dmatrix(0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
indx = ivector(0, num_stn-1);

for (j = 0; j < num_stn-1; j++) {
for (i = j+1; i < num_stn; i++) {
    dx = (x[j] - x[i])*gx;
    dy = (y[j] - y[i])*gy;
    dz = (z[j] - z[i])*gz;
    q[j][i] = -sqrt( (dx*dx + dy*dy + dz*dz)*cc + 1.0 );
}
}

for (j = 1; j < num_stn; j++) {
for (i = 0; i < j; i++) {
    q[j][i] = q[i][j];
}
}

s1 = mq_sm*num_stn*(0.1*0.1); // Smooting parameter
for (j = 0; j < num_stn; j++) {
    q[j][j] = -1.0 + s1;
}
ludcmp(q, num_stn, indx); // LU decomposition of Q
if (reuse == 2) {
    lubksb(q, num_stn, indx, up); // (Invers matrix of Q)*v
    lubksb(q, num_stn, indx, vp);
}

// 3. 격자점과 지점좌표간의 편차를 사전 계산
px = dmatrix(0, gm.NX, 0, num_stn-1);
for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
for (xp = &px[i][0], k = 0; k < num_stn; k++, xp++) {
    dx = (x[k] - i)*gx;
    *xp = dx*dx*cc;
}
}

py = dmatrix(0, gm.NY, 0, num_stn-1);
for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
for (yp = &py[j][0], k = 0; k < num_stn; k++, yp++) {
    dy = (y[k] - j)*gy;
    *yp = dy*dy*cc;
}
}

if (ht >= 0) pz = dvector(0, num_stn-1);

first = 1;
}

////////////////////////////////////
// 4. 격자점별 값 계산
if (reuse != 2) {
    lubksb(q, num_stn, indx, up); // (Invers matrix of Q)*v
    lubksb(q, num_stn, indx, vp);
}

// 4.1. 지표면에서의 값을 계산
if (ht < 0) {
for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
    if (uu[j][i] <= no_area+0.1) continue;

```

```

    xp = &px[i][0];
    yp = &py[j][0];
    z1 = (double)topo[j][i];

    for (q1 = 0.0, q2 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++) {
        dz = (z[k] - z1)*gz;
        hf = -sqrt(*xp + *yp + dz*dz*cc + 1.0);
        q1 += (up[k]*hf);
        q2 += (vp[k]*hf);
    }
    uu[j][i] = q1*dd + data_min;
    vv[j][i] = q2*dd + data_min;
}
}

// 4.2. ht(km) 고도에서의 값을 계산
else {
    for (k = 0; k < num_stn; k++) {
        dz = (z[k] - ht)*gz;
        pz[k] = dz*dz*cc + 1.0;
    }

    for (j = 0; j <= gm.NY; j++) {
        for (i = 0; i <= gm.NX; i++) {
            if (uu[j][i] <= no_area+0.1) continue;

            xp = &px[i][0];
            yp = &py[j][0];
            zp = &pz[0];

            for (q1 = 0.0, q2 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++, zp++) {
                hf = -sqrt(*xp + *yp + *zp);
                q1 += (up[k]*hf);
                q2 += (vp[k]*hf);
            }
            uu[j][i] = q1*dd + data_min;
            vv[j][i] = q2*dd + data_min;
        }
    }
}

// 9. 재할용 여부
if (reuse == 0) {
    free_ivector(indx, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(q, 0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    if (ht >= 0) free_dvector(pz, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(py, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(px, 0, gm.NX, 0, num_stn-1);
    free_dvector(vp, 0, num_stn-1);
    free_dvector(up, 0, num_stn-1);
    first = 0;
}
return 0;
}

```

```

/*=====
* < LU decomposition >    from Numerical Recips
*=====*/
int ludcmp(double **a, int n, int *indx)
{
    double TINY = 1.0e-40;
    double big,dum,sum,temp;
    double *vv, *a1, *a2;
    float  d;
    int j,jmax,i,k;

    vv=dvector(0,n-1);

    d=1.0;
    for (j=0;j<n;j++) {
        big=0.0;
        for (a1=a[j],i=0;i<n;i++,a1++)
            if ((temp=fabs(*a1)) > big) big=temp;
        if (big == 0.0) printf("Singular matrix in routine LUDCMP");
        vv[j]=1.0/big;
    }

    for (i=0;i<n;i++) {
        for (j=0;j<i;j++) {
            sum=a[j][i];
            for (a1=a[j],k=0;k<j;k++,a1++) sum -= (*a1)*a[k][i];
            a[j][i]=sum;
        }

        big=0.0;
        for (j=i;j<n;j++) {
            sum=a[j][i];
            for (a1=a[j],k=0;k<i;k++,a1++) sum -= (*a1)*a[k][i];
            a[j][i]=sum;
            if ( (dum=vv[j]*fabs(sum)) >= big) {
                big=dum;
                jmax=j;
            }
        }

        if (i != jmax) {
            for (k=0;k<n;k++) {
                dum=a[jmax][k];
                a[jmax][k]=a[i][k];
                a[i][k]=dum;
            }
            d = -d;
            vv[jmax]=vv[j];
        }
        indx[i]=jmax;

        if (a[i][i] == 0.0) a[i][i]=TINY;
        if (i != n-1) {
            dum=1.0/(a[i][i]);
            for (j=i+1;j<n;j++) a[j][i] *= dum;
        }
    }

    free_dvector(vv,0,n-1);
    return 0;
}

```

```

/*=====*
* < A * X = B  calculation >    from Numerical Recips
*=====*/
int lubksb(double **a, int n, int *indx, double b[])
{
    int j, jj=-1, jp, i;
    double sum, *a1;

    for (j=0; j<n; j++) {
        jp=indx[j];
        sum=b[jp];
        b[jp]=b[j];
        if (jj >= 0)
            for (a1=&a[j][jj], i=jj; i<=j-1; i++, a1++) sum -= (*a1)*b[i];
        else if (sum)
            jj=j;
        b[j]=sum;
    }

    for (j=n-1; j>=0; j--) {
        sum=b[j];
        for (a1=&a[j][j+1], i=j+1; i<n; i++, a1++) sum -= (*a1)*b[i];
        b[j]=sum/a[j][j];
    }
    return 0;
}

```

■ Barnes 2-pass 객관분석 프로그램 (영역내 격자점별)

```
// 지점 자료
struct STN_VAL {
    int id; // 지점번호
    float x, y; // 위치
    float d; // 값
    float s; // 임시저장소
};

/*****
* Barnes' objective analysis (2-pass)
* by 이정환 (1997. 3. 15)
*****/
int barnes(ns, stn, ni, nj, g, rs, r1, r2)
{
    int ns; // number of observation's
    struct STN_VAL stn[]; // station information & data
    int ni, nj; // (grid number-1) of x, y direction (gm.NX, gm.NY 해당)
    float **g; // analysis data <output>
    float rs; // (search radius)^2 [grid unit]
    float r1; // 1.0/(영향반경1)^2 in 1-pass [grid unit]
    float r2; // 1.0/(영향반경2)^2 in 2-pass [grid unit]

    float s1, s2, wt1, wt2, sum_wt1, sum_wt2;
    float x1, y1, xg, yg, xd, yd, rr;
    int i, j, k, n, ks, ms = ns;

    // 1. 1-pass
    for (n = 0; n < ms; n++) {
        x1 = stn[n].x; y1 = stn[n].y;
        s1 = 0.0; sum_wt1 = 0.0;

        for (k = 0; k < ms; k++) {
            rr = (x1-stn[k].x)*(x1-stn[k].x) + (y1-stn[k].y)*(y1-stn[k].y);
            wt1 = exp(-rr*r1); sum_wt1 += wt1; s1 += wt1*stn[k].d;
        }
        stn[n].s = stn[n].d - s1/sum_wt1;
    }

    // 2. 2-pass
    for (j = 0; j <= nj; j++) {
        yg = (float)j;

        for (i = 0; i <= ni; i++) {
            xg = (float)i;

            if (g[j][i] > -990) { // -990 이하이면 계산영역이 아닌 것으로 약속
                s1 = s2 = sum_wt1 = sum_wt2 = 0.0;

                for (n = 0; n < ms; n++) {
                    rr = (xg-stn[n].x)*(xg-stn[n].x) + (yg-stn[n].y)*(yg-stn[n].y);
                    if (rr < rs) {
                        wt1 = exp(-rr*r1); sum_wt1 += wt1; s1 += wt1*stn[n].d;
                        wt2 = exp(-rr*r2); sum_wt2 += wt2; s2 += wt2*stn[n].s;
                    }
                }
                if (sum_wt1 > 0 && sum_wt2 > 0)
                    g[j][i] = s1/sum_wt1 + s2/sum_wt2;
                else
                    g[j][i] = -99.9;
            } else
                g[j][i] = -99.9;
        }
    }
    return ms;
}
```

■ 특정 위치들에 대한 객관분석 프로그램

1개 또는 여러 위치에 대한 분석값을 산출하는 용도로 객관분석을 사용한 프로그램

```
// 지점 자료
struct STN_VAL {
    int id; // 지점번호
    float x, y; // 위치(격자거리)
    float z; // 해발고도(m)
    float d; // 값
    float s; // 임시저장소
};

/*****
 * MQ 객관분석 (2차원) 특정 위치들 분석용
 *****/
int MQ_obj2D_pnt (
    struct GRID_AREA gm, // 격자영역
    int num_stn, // [입력] 관측 지점수
    struct STN_VAL *stn_data, // [입력] 관측 자료
    int num_pnt, // [입력] 분석 지점수
    struct STN_VAL *pnt_data, // [출력] 분석 결과
    int reuse // 0 .. 재할용X (관측지점수 or 격자체계가 변하면, 재할용 안됨)
              // 1 .. 재할용 (관측지점수 and 격자체계가 변하지 않으면)
)
{
    double mq_mp = 0.0005, mq_sm = 1.0; // 기상청 관측망에 최적화
    double gx = 1.0/gm.NX, gy = 1.0/gm.NY, cc = 1.0/(mq_mp*mq_mp);
    double dx, dy, s1, x1, y1, q1, hf;
    double data_min, data_max, dd;
    double *xp, *yp, *dp;
    static double **px, **py;
    static double **q;
    static int *indx;
    static int first = 0;
    int i, j, k, n;

    //////////////////////////////////////
    // 1. 관측자료 정규화 (자료가 모두 같으면 객관분석이 필요없음)
    data_min = 99999; data_max = -99999;
    for (k = 0; k < num_stn; k++) {
        if (data_min > stn_data[k].d) data_min = stn_data[k].d;
        if (data_max < stn_data[k].d) data_max = stn_data[k].d;
    }
    dd = data_max - data_min;

    if (dd < 0.000001) {
        for (n = 0; n < num_pnt; n++)
            pnt_data[n].d = data_min;
        return 0;
    }
    else {
        dp = dvector(0, num_stn-1);
        for (k = 0; k < num_stn; k++)
            dp[k] = (stn_data[k].d - data_min)/dd;
    }

    //////////////////////////////////////
    // 전처리 (격자영역의 정규화 포함)
    if (first == 0) {
        // 2. MQ 전처리
        q = dmatrix(0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
        indx = ivector(0, num_stn-1);
    }
}
```

```

for (j = 0; j < num_stn-1; j++) {
for (i = j+1; i < num_stn; i++) {
    dx = (stn_data[j].x - stn_data[i].x)*gx;
    dy = (stn_data[j].y - stn_data[i].y)*gy;
    q[j][i] = -sqrt( (dx*dx + dy*dy)*cc + 1.0 );
}
}

for (j = 1; j < num_stn; j++) {
for (i = 0; i < j; i++) {
    q[j][i] = q[i][j];
}
}

s1 = mq_sm*num_stn*(0.1*0.1); // Smoothing parameter
for (j = 0; j < num_stn; j++) {
    q[j][j] = -1.0 + s1;
}
ludcmp(q, num_stn, indx); // LU decomposition of Q

// 3. 격자점과 지점좌표간의 편차를 사전 계산
px = dmatrix(0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
for (i = 0; i < num_pnt; i++) {
for (xp = &px[i][0], k = 0; k < num_stn; k++, xp++) {
    dx = (stn_data[k].x - pnt_data[i].x)*gx;
    *xp = dx*dx*cc;
}
}

py = dmatrix(0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
for (j = 0; j < num_pnt; j++) {
for (yp = &py[j][0], k = 0; k < num_stn; k++, yp++) {
    dy = (stn_data[k].y - pnt_data[j].y)*gy;
    *yp = dy*dy*cc;
}
}
first = 1;
}

////////////////////////////////////
// 4. 격자점별 값 계산
lubksb(q, num_stn, indx, dp); // (Invers matrix of Q)*v

for (n = 0; n < num_pnt; n++) {
    xp = &px[n][0];
    yp = &py[n][0];
    for (q1 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++) {
        hf = -sqrt(*xp + *yp + 1.0);
        q1 += (dp[k]*hf);
    }
    pnt_data[n].d = q1*dd + data_min;
}

// 9. 재할용 여부
if (reuse == 0) {
    free_ivector(indx, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(q, 0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(py, 0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(px, 0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
    free_dvector(dp, 0, num_stn-1);
    first = 0;
}
return 0;
}

```



```

/*****
* MQ 객관분석 (3차원) 특정 위치들 분석용
*****/
int MQ_obj3D_pnt (
    struct GRID_AREA gm,          // 격자영역
    int num_stn,                  // [입력] 관측 지점수
    struct STN_VAL *stn_data,     // [입력] 관측 자료
    int num_pnt,                  // [입력] 분석 지점수
    struct STN_VAL *pnt_data,     // [출력] 분석 결과
    float ht_max,                // [입력] 최대고도(m)
    int reuse                     // 0 .. 재활용X (관측지점수 or 격자체계가 변하면, 재활용 안됨)
                                // 1 .. 재활용 (관측지점수 and 격자체계가 변하지 않으면)
)
{
    double mq_mp = 0.0005, mq_sm = 1.0; // 기상청 관측망에 최적화
    double gx = 1.0/gm.NX, gy = 1.0/gm.NY, gz = 1.0/ht_max, cc = 1.0/(mq_mp*mq_mp);
    double dx, dy, dz, hf, q1, s1, x1, y1, z1;
    double data_min, data_max, dd;
    double *xp, *yp, *zp, *dp;
    static double **px, **py, *pz;
    static double **q;
    static int *indx;
    static int first = 0;
    int i, j, k, n;

    //////////////////////////////////////
    // 1. 관측자료 정규화 (자료가 모두 같으면 객관분석이 필요없음)
    data_min = 99999; data_max = -99999;
    for (k = 0; k < num_stn; k++) {
        if (data_min > stn_data[k].d) data_min = stn_data[k].d;
        if (data_max < stn_data[k].d) data_max = stn_data[k].d;
    }
    dd = data_max - data_min;

    if (dd < 0.000001) {
        for (n = 0; n < num_pnt; n++)
            pnt_data[n].d = data_min;
        return 0;
    }
    else {
        dp = dvector(0, num_stn-1);
        for (k = 0; k < num_stn; k++)
            dp[k] = (stn_data[k].d - data_min)/dd;
    }

    //////////////////////////////////////
    // 사전계산 (격자영역의 정규화 포함)
    if (first == 0) {
        // 2. MQ 전처리
        q = dmatrix(0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
        indx = ivector(0, num_stn-1);

        for (j = 0; j < num_stn-1; j++) {
            for (i = j+1; i < num_stn; i++) {
                dx = (stn_data[j].x - stn_data[i].x)*gx;
                dy = (stn_data[j].y - stn_data[i].y)*gy;
                dz = (stn_data[j].z - stn_data[i].z)*gz;
                q[j][i] = -sqrt( (dx*dx + dy*dy + dz*dz)*cc + 1.0 );
            }
        }

        for (j = 1; j < num_stn; j++) {
            for (i = 0; i < j; i++) {
                q[j][i] = q[i][j];
            }
        }
    }
}

```

```

s1 = mq_sm*num_stn*(0.1*0.1); // Smoothing parameter
for (j = 0; j < num_stn; j++) {
    q[j][j] = -1.0 + s1;
}
ludcmp(q, num_stn, indx); // LU decomposition of Q

// 3. 격자점과 지점좌표간의 편차를 사전 계산
px = dmatrix(0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
for (i = 0; i < num_pnt; i++) {
    for (xp = &px[i][0], k = 0; k < num_stn; k++, xp++) {
        dx = (stn_data[k].x - pnt_data[i].x)*gx;
        *xp = dx*dx*cc;
    }
}

py = dmatrix(0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
for (j = 0; j < num_pnt; j++) {
    for (yp = &py[j][0], k = 0; k < num_stn; k++, yp++) {
        dy = (stn_data[k].y - pnt_data[j].y)*gy;
        *yp = dy*dy*cc;
    }
}
first = 1;
}

////////////////////////////////////
// 4. 격자점별 값 계산
lubksb(q, num_stn, indx, dp); // (Invers matrix of Q)*v

// 4.1. 검증 지점 고도에서 값을 계산
for (n = 0; n < num_pnt; n++) {
    xp = &px[n][0];
    yp = &py[n][0];
    z1 = pnt_data[n].z;

    for (q1 = 0.0, k = 0; k < num_stn; k++, xp++, yp++) {
        dz = (stn_data[k].z - z1)*gz;
        hf = -sqrt(*xp + *yp + dz*dz*cc + 1.0);
        q1 += (dp[k]*hf);
    }
    pnt_data[n].v3 = q1*dd + data_min;
}

// 9. 재활용 여부
if (reuse == 0) {
    free_ivector(indx, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(q, 0, num_stn-1, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(py, 0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
    free_dmatrix(px, 0, num_pnt-1, 0, num_stn-1);
    free_dvector(dp, 0, num_stn-1);
    first = 0;
}
return 0;
}

```

```

/*****
* Barnes' objective analysis (2-pass) 특정 위치 분석용
*****/
int barnes_pnt (
    struct GRID_AREA gm,          // 격자영역
    int num_stn,                  // [입력] 관측 지점수
    struct STN_VAL *stn_data,     // [입력] 관측 자료
    int num_pnt,                  // [입력] 분석 지점수
    struct STN_VAL *pnt_data,     // [출력] 분석 결과
    float rs;                     // (search radius)**2 [grid unit]
    float r1;                     // 1.0/(영향반경1)^2 in 1-pass [grid unit]
    float r2;                     // 1.0/(영향반경2)^2 in 2-pass [grid unit]
)
{
    float s1, s2, wt1, wt2, sum_wt1, sum_wt2;
    float x1, y1, xg, yg, xd, yd, rr;
    int i, j, k, n, ks;

    // 1. 1-pass
    for (n = 0; n < num_stn; n++) {
        x1 = stn_data[n].x; y1 = stn_data[n].y;
        s1 = 0.0; sum_wt1 = 0.0;

        for (k = 0; k < num_stn; k++) {
            rr = (x1-stn_data[k].x)*(x1-stn_data[k].x) + (y1-stn_data[k].y)*(y1-stn_data[k].y);
            wt1 = exp(-rr*r1); sum_wt1 += wt1; s1 += wt1*stn_data[k].d;
        }
        stn_data[n].s = stn_data[n].d - s1/sum_wt1;
    }

    // 2. 2-pass
    for (k = 0; k < num_pnt; k++) {
        s1 = s2 = sum_wt1 = sum_wt2 = 0.0;

        for (n = 0; n < num_stn; n++) {
            rr = (pnt_data[k].x - stn_data[n].x)*(pnt_data[k].x - stn_data[n].x)
                + (pnt_data[k].y - stn_data[n].y)*(pnt_data[k].y - stn_data[n].y);
            if (rr < rs) {
                wt1 = exp(-rr*r1); sum_wt1 += wt1; s1 += wt1*stn_data[n].d;
                wt2 = exp(-rr*r2); sum_wt2 += wt2; s2 += wt2*stn_data[n].s;
            }
        }
        if (sum_wt1 > 0 && sum_wt2 > 0)
            pnt_data[k].d = s1/sum_wt1 + s2/sum_wt2;
        else
            pnt_data[k].d = -99.9;
    }
    return 0;
}

```