

부산지역 지표 바람장의 특성에 관한 연구

김 유 근 · 이 화 운 · 홍 정 혜
부산대학교 대기과학과
(2000년 7월 6일 접수)

Study on the Characteristics of Wind Field at Ground Level around Pusan

Yoo-Keun Kim, Hwa-Woon Lee and Jung-Hye Hong
Department of Atmospheric Sciences, Pusan National University
(Manuscript received 6 July 2000)

In order to investigate horizontal wind field in the boundary layer around Pusan area, wind speed and wind direction measured at 14 AWS(Automatic Weather Station), 1997, was used. The wind direction at PRMO(Pusan Regional Meteorological Office) was showed that southwest and northeast wind dominated for spring and summer, northeast wind for fall and northwest for winter. Anticline flow was showed at 'Gaekumm' which is located between Mt. Backyang(641 m) and Mt. Yumkwang(503 m) and affected on wind field at 'Pusanjin'. The low wind speed and various wind direction was represented at the basin topography, 'Buckgu', 'Jeasong', 'Ilkwang' and 'Kijang'. The annual mean wind speed at 14 sites, 2.5 m s^{-1} , was lower than that measured at PRMO, 3.9 m s^{-1} . The wind direction analysis showed that the case of same direction in compare with that measured at PRMO is about 54% and case of opposite direction is about 12%. Annual and seasonal mean windrose showed wind direction is affected by not only synoptic weather state but also topography.

Key words : wind field, windrose, anticline flow

1. 서 론

대기 경계층은 지표면의 영향을 직접 받고 지표면에서의 부동가열에 의한 열역학적 힘이나 지형 지물에 의한 기계역학적 힘에 대한 반응을 나타내는 대류권 하층의 일부분이다. 대기경계층 내에서 운동의 시간규모는 한시간 정도이고 연직 높이는 1 km 정도로 알려져 있다¹⁾.

대기경계층내에서의 흐름은 평균류, 난류(turbulence) 그리고 파동(wave) 3가지로 분류되는데 수평적으로 수 m s^{-1} , 연직적으로 수 cm s^{-1} 의 평균류에 의해서 수증기, 운동량, 열, 오염물질의 수송이 일어나며 이것들은 난류에 의해서 연직 수송이 일어난다. 그리고 평균류의 시어(shear)나 평균류가 장애물을 만나면서 형성되는 파동에 의해서 운동량, 에너지 등의 수송이 이루어진다.

지표면 부근의 열, 수증기, 에너지 그리고 운동량은 대기경계층을 통해서 수송되며 인간 활동이 대부분 이곳에서 일어나고 방출되는 오염물질의 수송도 일차적으로 대기경계층내에서 분포하므로 대기경계층내에서 바람장에 대한 연구는 매우 중요하다.

특히, 복잡한 지형 주변의 오염물질 분포는 주변 공기의 흐름과 그 흐름에 의해서 결정되어지는 이유와 확산을 연구하면서 진행되어 왔다. 따라서 복잡한 지형에서

의 대기경계층 내 바람장은 도시 대기질 관리라는 포괄적인 측면에서 선행 연구되어야 할 부분일 뿐만 아니라 기상관측소 또는 대기오염자동측정소의 위치 선정 그리고 도시 주변의 쓰레기 소각장의 위치 선정과 같은 실질적인 문제 해결을 위해서도 연구되어야 할 영역이다. 이러한 복잡한 지역에서의 바람의 특성을 밝히기 위한 연구는 풍동실험²⁾ 및 수치실험³⁾ 등으로 수행되어 왔다. 하지만 여러 지점에서의 장기간 관측은 막대한 경비와 시간 소모 때문에 어려웠다. 하지만 쾌적한 환경 조성과 대기질 관리 측면의 도시 발전계획에서 도시의 풍환경(風環境)의 조사는 필요하다.

본 연구에서는 부산에서 1997년 1년간 14개 지점에서 관측된 풍향·풍속자료를 이용하여, 부산지역의 경계층내에서 지형에 의한 바람장의 지역적 특성, 계절적 특성을 밝혀 부산의 풍환경을 밝히는 것을 목적으로 한다. 부산은 연안지역이기 때문에 맑고 풍광장의 바람이 약한 날에는 해륙풍이 나타나며, 동시에 시가지를 중심으로 동쪽과 서쪽에 남북방향의 높은 산이 존재하여 산곡풍이 나타날 수도 있어 바람의 지역별 특성이 뚜렷하고 복잡하여 여러 지점의 장기간의 관측자료가 요구된다.

2. 분석 자료 및 관측 지점의 특성

본 연구에서 이용된 풍향, 풍속 자료는 부산지방기상청 부지 내에 설치된 1개 지점과 김해 공군기상대에서 설치 운영중인 1개 지점의 12개 지점의 자동기상관측소(AWS; Automatic Weather Station) 자료를 이용하였으며 Fig. 1에 관측 지점과 산의 위치와 이름을 나타내었고 Table 1에 각 지점별 지형적 특성을 요약하였다.

본 연구에서 사용한 각 지점별 풍향, 풍속자료는 1997년 1년간 관측한 1시간 간격의 자료이다. 여기서 지점 5 '대연'과 지점 10 '재송'의 자료는 각각 자료의 관측유효개수가 한달 자료중 50%를 넘지 못한 1, 2, 3, 4월과 8, 9, 10, 11, 12월은 분석에 포함하지 않았다.

부산은 우리 나라 남동 끝단의 연안에 있고 산이 남북방향으로 줄어 있고 골과 골 사이에 시가지가 형성되어 있으며 서쪽으로는 낙동강과 김해 평야가 존재한다(Fig. 1). 따라서 종관장의 바람이 약한 날에는 해륙풍과 산곡풍 등이 같이 나타날 수 있어 국지풍 특성이 어느 지역보다 복잡하다.

각각의 관측 지점에 대한 지역적 특성을 살펴보면, 지점 1의 '부산지방기상청'은 해발고도 70 m에 위치하고 남동쪽으로는 바다를 접하고 있고 남쪽과 서쪽으로는 시가지 그리고 북쪽으로 고도가 높아지는 보수산 자락에 위치한다. 본 연구에서는 부산지역의 대표 바람으로서 '부산지방기상청'의 자료를 선택하여 나머지 13개 지점의 자료와 비교 분석하였다.

지점 2는 '신평'으로 낙동강 하류의 비교적 평지에 위치한 공단지역으로 서쪽으로는 낙동강이 위치하고 있다. 지점 3은 '개굴'으로 남쪽으로 해발 501 m의 엄광산과 북쪽으로 해발 641 m의 백양산이 있는 동서 방향의 골에 위치한다. 그리고 지점 4는 '부산진'으로 서쪽으로는 지점 3이 위치하고 있는 동서방향의 골이 있고 동쪽에는 423 m의 황령산이 있으며 북쪽과 남쪽은 비교적 열려있는 위치이다. 지점 5는 '대연동'으로 북서쪽으로 황령산과 남동쪽으로 225 m의 장산봉이 있으나 수평규모가 작고 북쪽과 남쪽이 트인 곳에 위치하고 있고, 지점 6은 '영도'로서 북동쪽으로 394 m의 봉래산이 있으며 바다와 인접한 등대에 설치되어 있다.

지점 7은 '공군기상대'로 김해 평야에 위치하고 동쪽으로 백양산과 남동쪽으로 구덕산이 있으나 전반적으로 고도가 낮은 평활한 지역에 위치하고 있고, 지점 8은 '북구'로서 백양산 자락에 위치하는데 북쪽을 제외하고 삼면이 산으로 쌓여있는 분지지형에 위치하고 있다. 지점 9는 '동래'로서 금정산, 백양산, 황령산, 장산, 구월산으로 둘러 쌓인 분지의 중심에 위치하고 있다. 지점 10은 '재송'으로 동쪽으로 장산이 위치한다. 지점 11은 '해운대'로서 남쪽은 바다이고 북쪽에는 장산이 위치하고 있으며 동쪽과 서쪽은 장산의 자락으로 쌓여 있다. 지점 12는 '금정'으로서 서쪽의 금정산 끝자락에 있으며 동쪽으로는 구월산이 있어 남북으로 긴 골에 위치하고 있다. 지점 13은 '기장'으로 낮은 언덕으로 둘러쌓인 분지지역이고, 지점 14는 '일광'으로 동쪽이 바다이고 삼면이 낮은 언덕으로 쌓인 분지를 이루고 있다.

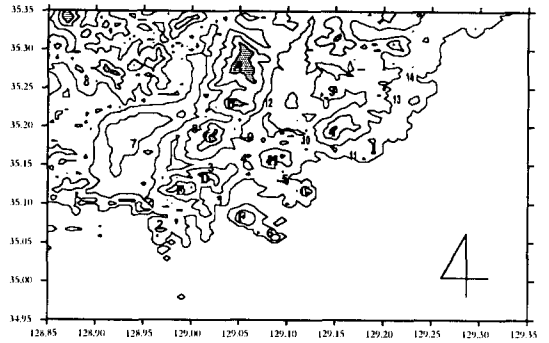


Fig. 1. Location of wind observing sites around Pusan(The first inner contour is 100m, interval is 200m). The number is index of sites and alphabet is index of mountain :

- 1 : PRMO, 2 : Sinpyoung, 3 : Gaekum, 4 : Pusanjin,
- 5 : Daeyean, 6 : Youngdo, 7 : Air force Meteor. Office,
- 8 : Buckgu, 9 : Dongrae, 10 : Jaesong, 11 : Haeundae,
- 12 : Kumjeong, 13 : Kijang, 14 : Ilkwang, A : Mt. Kumjeong, B : Sangaebong, C : Mt. Bakyang,
- D : Mt. Umkwang, E : Mt. Guduck, F : Mt. Bongrae G : Jangsanbong, H : Mt. Hwangrung,
- I : Mt. Jang, J : Mt. Guwall.

Table 1. Topographic characteristics of wind observing sites.

Site index	Site name	MSL (m)	Name of Mountain around site (height, m)	site characteristics
1	PRMO	70	N Mt. Umkwang(501)	SE sea
2	Sinpyoung	7	-	S, SW sea
3	Gaekum	65	S Mt. Umkwang(501) N Mt. Bakyang(641)	Located at valley between Mt. Umkwang and Mt. Bakyang
4	Pusanjin	35	E Hwangrung(423)	Located at valley and East of Gaekum
5	Daeyean	11	NW Hwangrung(423) SE Jangsanbong(225)	-
6	Youngdo	60	NE Mt. Bongrae(394)	Located at lighthouse
7	Air force Meteor. Office	4	-	Located at Kimhae plain and east of west-Nakdong river
8	Buckgu	131	E Mt. Bakyang(641)	Located at a basin
9	Dongrae	25	-	Located at the central region in Pusan
10	Jaesong	15	E Mt. Jang(634)	Located at a basin
11	Haeundae	28	N Mt. Jang(634)	S sea
12	Kumjeong	87	W Mt. Kumjeong(801) E Mt. Guwall(317)	Located at valley between Mt. Kumjeong and Mt. Cholim
13	Kijang	22	-	Located at a basin
14	Ilkwang	4	-	Located at a basin

3. 지점별 연평균 바람장

바람장미는 바람의 수평 성분의 풍향과 풍속 발생빈도를 나타낸 것으로 임의지역에서의 주어진 기간의 탁월한 풍향과 풍향별 풍속을 쉽게 판별할 수 있다. 본 연구에서는 16방위를 사용했으며 막대의 중심으로부터의 길이는 백분율로 발생빈도를 나타내고 막대의 종류에 따라 풍속의 구간을 구분한다. '부산지방기상청'의 자료는 본 연구에서 이용되는 다른 모든 지점의 바람과 비교되어지는 자료이다.

Fig. 2는 각 지점별 연 평균 바람장미를 나타낸 것으로 '부산지방기상청'의 자료를 보면 남서풍 계열이 탁월하고 다음 북서풍 계열의 빈도가 높았으며 남동풍의 빈도는 매우 낮았다.

높게 나타났다. 이와 비교해서 골에서부터 벗어나 분지에 속하는 지점 9 '동래'에서는 비교적 방사형의 고른 풍향과 약한 풍속의 바람이 나타났다. 이러한 분지에서의 바람장은 국지규모의 바람장과 구분되고, 분지내에서 산곡풍과 종관바람장의 세기에 의해서 형성되는 압력차에 의해 다양한 방향의 흐름이 존재한다⁵⁾⁶⁾.

지점 8 '북구', 지점 13 '기장'과 지점 14 '일광'에서 그리고 산사면에 위치한 지점 10 '재송'은 뚜렷한 주풍향이 나타나지 않는 바람장미의 유형을 보였는데 이들 지점은 주변지형의 고도가 높지는 않으나 분지라는 지형적 공통점이 있다.

지점 6 '영도', 지점 5 '대연', 지점 10 '재송'의 바람장미는 왼쪽의 백양산과 엄광산 줄기와 오른쪽의 장산 줄

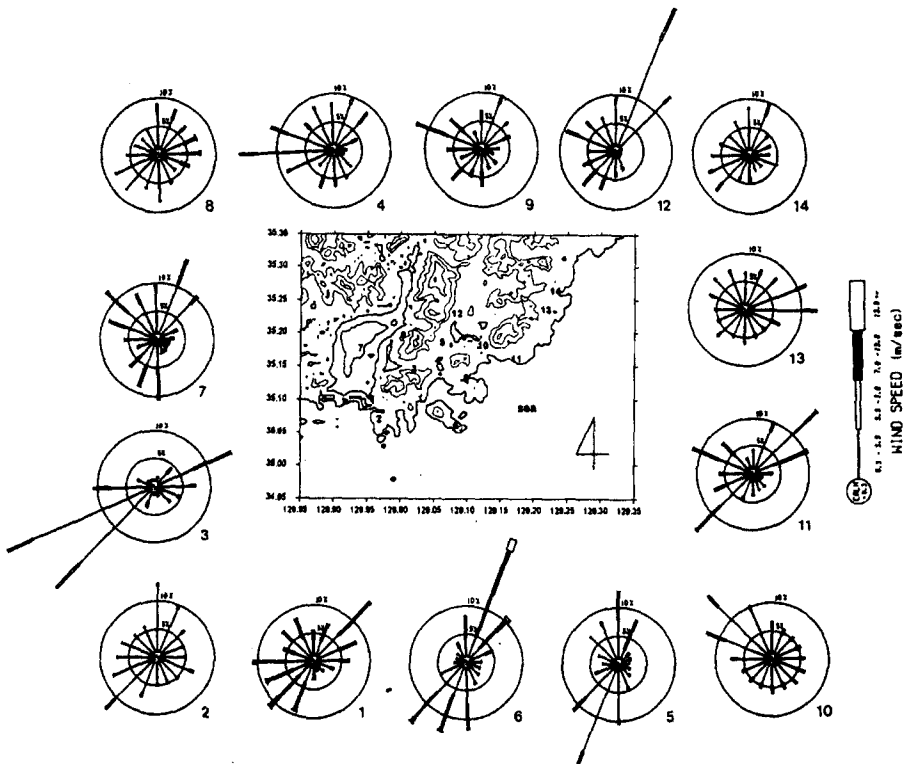


Fig. 2. Annual mean windrose at ground level in Pusan(1997). Site index, 1~14 is the same mean of Fig. 1.

각 지점의 바람장미는 2절에서 언급한 지형의 영향이 대체로 나타난 것으로 볼 수 있으며, 가장 특징적인 것은 지점 3인 '개금'으로서 백양산과 엄광산 사이의 동서 방향의 골에 위치하므로 서에서 남서계열의 바람과 동에서 동북동 계열의 바람이 골을 흐르는 배사류가 탁월하게 나타났다. 이러한 배사류에 관한 연구는 지형적, 열역학적 등의 다양한 관점에서 다루어져 왔는데⁴⁾ '개금'에서의 바람은 남북으로 놓여있는 산의 영향이 큰 것으로 사료된다. 비슷한 위치지만 골에서 조금 벗어난 지점 4 '부산진'에서도 다른 지역과 비교하여 서풍계열의 바람이

기를 기준으로 바람이 내륙으로 불어 들어오고 나가는 것을 볼 수 있는 것으로 전체적인 바람장미는 지형의 영향을 뚜렷하게 반영하고 있다.

4. 지점별 계절평균 바람장

Fig. 3은 봄(3, 4, 5월)의 각 지점의 바람장미를 나타낸 것이다. '부산지방기상청'에서는 강한 남서풍을 나타내었고 북동풍이 다음으로 탁월하였다. 지점 6 '영도'에서는 '부산지방기상청'에서 보다 풍속은 더 강하였으며 유사한 풍향 빈도를 나타내었고, 지점 11 '해운대' 또한

이와 유사한 풍향 빈도를 나타냈는데 위치의 공통적인 특징은 남쪽이 바다와 인접하고 있다는 점을 들 수 있다.

지점 3 '개금'에서는 동서방향의 배사류가 뚜렷하게 나타나고 있으며 지점 4 '부산진'에서 서풍이 동서로 이어진 골에서 불어 들어오는 것을 볼 수 있었는데 이는 앞서 언급한 지형의 영향이 큰 것으로 볼 수 있다. 내륙 지역에 위치한 지점에서는 뚜렷한 주풍 방향이 나타나지 않았고 풍속도 약하게 나타났다. 지점 13 '기장'과 지점 14 '일광'은 해안가에 위치하고 있으나 전반적으로 산으로 둘러싸인 분지에 위치하므로 뚜렷한 주풍향은 나타나지 않았다.

바람 부는 것으로 미루어 보아, 이러한 흐름은 내륙지역인 '동래'일대로 대기오염물질이 수송될 가능성을 추정할 수 있다.

하지만 지점 11은 '해운대'의 경우 북서방향의 높은 장산의 영향으로 북동풍과 남동풍의 빈도가 높은 것으로 추정되며, 지점 13 '기장'의 경우 오히려 동풍이 증가된 것을 볼 수 있는데, 기장지역은 전반적으로 주위가 산으로 둘러 쌓여 있으나 동쪽 방향으로 비교적 저지대이고 바다와 인접하여 있기 때문으로 추정한다.

Fig. 5는 가을(9, 10, 11월)의 각 지점의 바람장미를 나타낸 것이다. 지점 1 '부산지방기상청'에서는 남풍, 남

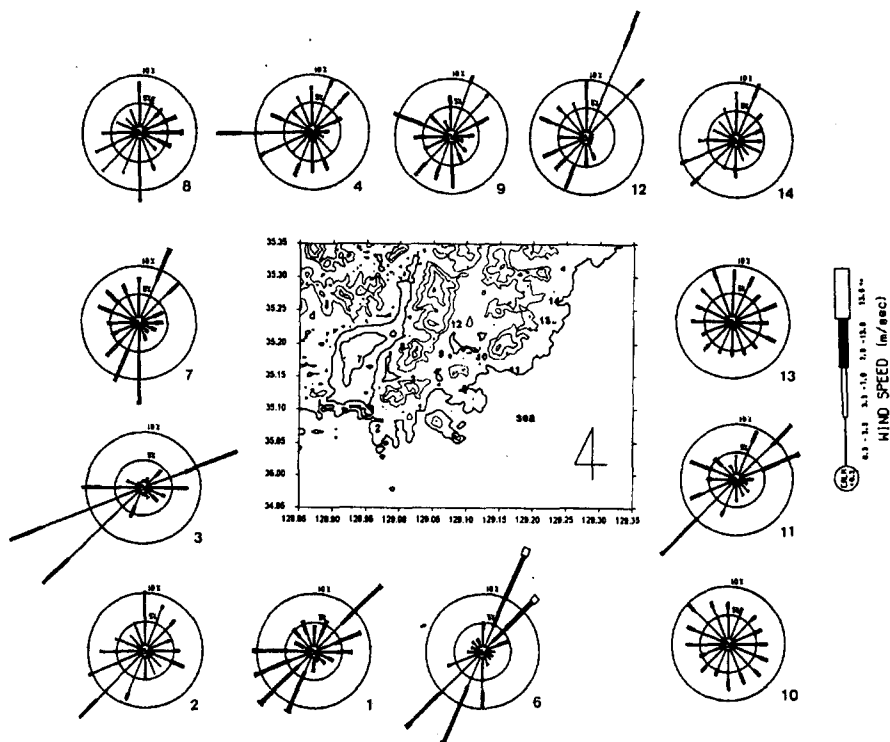


Fig. 3. Spring mean windrose at ground level in Pusan(1997). Site index, 1~14 is the same mean of Fig. 1.

Fig. 4는 여름(6, 7, 8월)의 각 지점의 바람장미를 나타낸 것이다. '부산지방기상청'에서는 봄보다 강한 남서풍과 북동풍 계열의 바람이 불었다.

여름에 북태평양 기단의 영향을 많이 받으므로 전체적으로 남풍계열의 바람이 증가한 것을 볼 수 있었으나 지점 3의 '개금'은 봄의 바람장미와 큰 차이를 보이지 않고 동서 방향의 배사류가 여전히 뚜렷하게 나타나는 것으로 보아 계절적 변화보다는 지형적 영향을 더 많이 받는 것으로 볼 수 있다.

지점 7의 '김해공군기상대'의 바람과 지점 3 '개금'의 바람을 같이 볼 때, 해양에서 내륙으로 불어 들어오던 바람이 백양산과 엄광산의 사이에 있는 골 방향으로 흘러 들어가는 것을 볼 수 있다. 또한 지점 6 '영도'와 지점 5 '대연동'의 바람장미는 해양과 내륙사이의 남북 방향의

서풍의 바람이 감소하였고 북풍 및 북동풍의 바람이 증가하였다. 전체적으로 여름과 비교하여 남풍, 남서풍 계열의 바람이 급격하게 감소하였지만 배사류를 나타내는 지점 3 '개금'과 지점 12 '금정'을 제외하고 뚜렷한 주풍향을 나타내는 지점이 없었다. 이것은 여름동안 우리나라에 영향을 미치던 북태평양 고기압이 쇠퇴하고 양쯔강 기단의 이동성 고기압이 우리나라를 지나가게 되면서 비교적 다양한 방향의 바람이 형성되기 때문이다.

Fig. 6은 겨울(12, 1, 2월)의 각 지점 바람장미를 나타낸 것이다. 지점 1 '부산지방기상청'에서는 북서쪽의 시베리아 기단의 영향으로 북서풍이 강하게 나타났다. 이러한 서풍계열의 바람은 지점 7 '북구'와 지점 6 '영도'를 제외하고 모든 지점에서 뚜렷하게 나타났고 특히 동서방향의 골에 위치한 지점 3 '개금'에서 서풍의 빈도 증가는

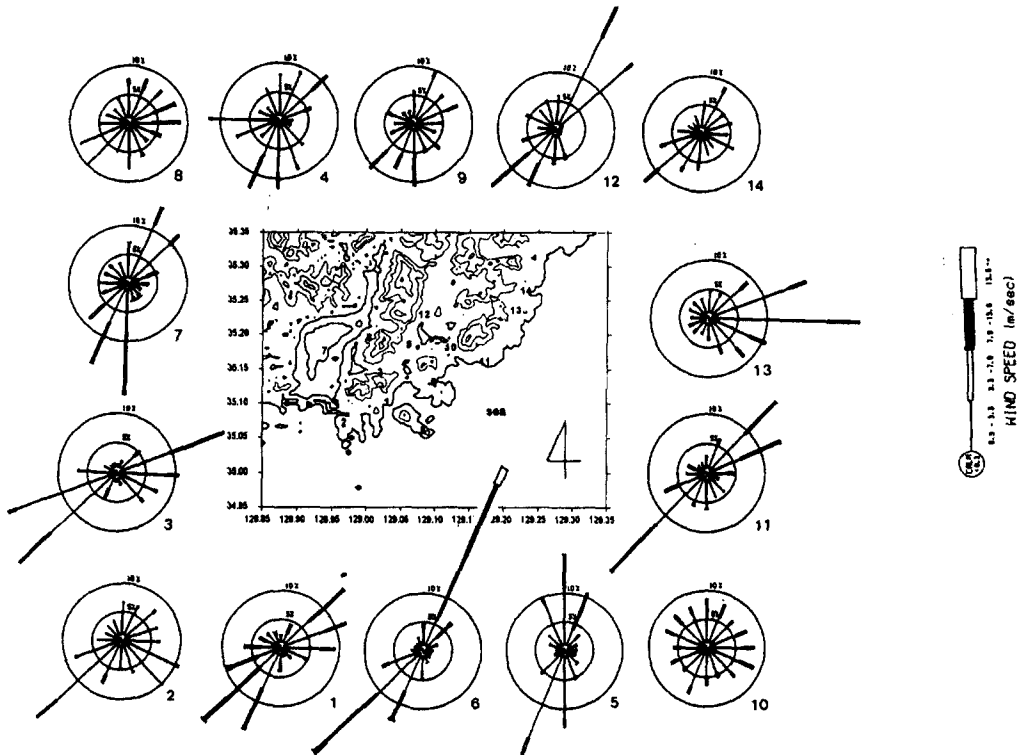


Fig. 4. Summer mean windrose at ground level in Pusan(1997). Site index, 1~14 is the same mean of Fig. 1.

매우 뚜렷하였다. 지점 3 '개금'으로부터 오른쪽에 위치한 지점 4 '부산진'과 지점 9 '동래구'에서도 이런 배사류의 영향으로 서풍계열의 바람빈도가 증가하였지만 이들 지역에서의 풍속은 '부산지방기상청'에서의 자료와 비교해 볼 때 낮게 나타났다.

봄과 여름에 뚜렷한 특징을 보이지 않던 '재송'에서 북서풍을 나타내었고 지점 13 '기장'에서는 여름과 가을에 뚜렷하게 나타난 동풍계열의 바람이 상당히 약화되고 비교적 북동계열의 바람이 뚜렷하게 나타났다. 이는 겨울철 북풍계열의 영향으로 때문으로 보인다.

각 계절의 지점별 바람장미의 고찰 결과 전체적으로 계절에 따른 종관기압배치에 의한 계절풍도 있었지만 배사류나 분지형에서의 바람과 같은 지형적 영향이 상당히 뚜렷하게 존재하고 있음을 알 수 있었다.

5. 지점별 풍향과 풍속 비교

본 절에서는 지점 1 '부산지방기상청'에서 관측되고 있는 풍향·풍속을 각 지점의 풍향·풍속과 비교하여 계절별 지점별 지형의 영향을 고찰하였다.

5.1. 풍속 비교

Table 2에서는 각 지점의 월별, 연간 평균 풍속을 나타내었다. 전 지역의 연평균 풍속은 2.5 m s^{-1} 였으나 비교적 높은 고도에 위치한 '부산지방기상청'에서의 연평균 풍속은 3.9 m s^{-1} 로 연구대상 14개 지점 중에서 두 번

째 높은 풍속을 나타내었다. '영도'에서 4.5 m s^{-1} 의 최대 풍속을 나타냈는데 관측소가 등대에 설치되어 있기 때문에 마찰력이 약하고 주변의 지형의 영향을 거의 받지 않았기 때문이다.

'일광'은 1.5 m s^{-1} 의 최소 풍속을 나타냈는데 4m의 낮은 해발고도와 북, 서, 남쪽이 산으로 둘러싸여 있어서 지형의 차폐효과 때문으로 볼 수 있다. '북구'의 경우 131m의 높은 해발고도에 위치하지만 1.7 m s^{-1} 의 낮은 풍속을 나타내는데 이것 또한 관측소가 분지에 위치하고 있기 때문이다. 앞서 언급한 바람장미(Fig. 4 ~ 8)에서도 '일광'과 '북구'에서는 특정한 풍향이 없고 풍속이 약한 바람장미를 볼 수 있었다.

가장 강한 풍속 2개 지점과 가장 약한 풍속 2개 지점을 제외한 10개 지점의 평균풍속은 약 2.3 m s^{-1} 로서 '부산지방기상청'에서의 값보다 낮았는데, 이것으로 보아 생활환경이 이루어지는 곳에서의 풍속은 '부산지방기상청'에서 제공하는 풍속과 상당한 차이가 있는 것을 알 수 있었다.

'부산지방기상청'에서는 5월에 4.5 m s^{-1} 으로 최대풍속을 나타냈고, 모든 관측지점을 평균하여 최대풍속은 9월에 2.9 m s^{-1} 로 나타났다. '부산지방기상청'에서의 최소풍속은 11월에 3.3 m s^{-1} 였으며 모든 관측지점을 평균하여 최소풍속은 11월에 2.0 m s^{-1} 로 나타났다. 9월에 나타난 높은 풍속은 1997년도 태풍 19호와 20호가 이 시기에 부

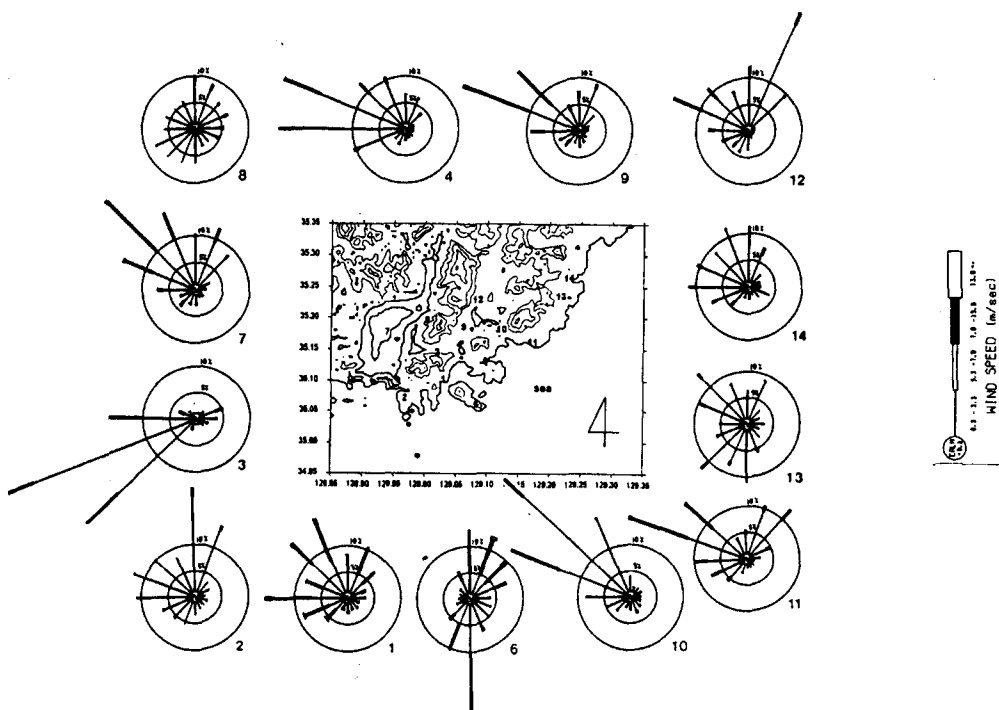


Fig. 5. Autumn mean windrose at ground level in Pusan(1997). Site index, 1~14 is the same mean of Fig. 1.

산 주변지역에 영향을 주었기 때문이고, 이때 영도에서는 20 m s^{-1} 를 초과하는 풍속이 나타나기도 하였다.

하여, 각 지점의 풍향을 매 시간마다 '부산지방기상청'의 풍향과 비교하였다.

Table 2. Monthly mean wind speed at each site (unit : m/s)

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean
PRMO	4.0	3.8	4.4	4.0	4.5	3.5	4.3	4.1	3.9	3.6	3.3	3.5	3.9
Sinpyoung	2.1	1.9	2.1	2.0	2.0	1.8	1.9	2.1	2.1	1.8	1.7	1.2	1.9
Gaekummm	3.1	2.8	3.0	2.8	2.8	2.4	2.5	2.7	2.7	2.2	2.0	2.5	2.6
Pusanjin	2.6	2.3	2.4	2.2	2.4	2.1	2.1	2.3	2.3	2.2	2.0	2.2	2.3
Dacyaen	-	-	-	-	2.4	2.0	2.2	2.5	2.4	2.2	1.9	2.1	2.2
Youngdo	3.1	3.7	5.1	4.4	4.5	4.3	4.5	5.9	7.0	3.5	4.0	3.6	4.5
Air force Meteor. Office	2.9	2.7	3.2	2.8	3.1	2.7	2.7	2.7	3.1	2.5	2.3	2.4	2.8
Buckgu	1.1	1.4	2.1	2.0	1.9	1.7	1.7	2.3	2.3	1.3	1.4	1.1	1.7
Dongrae	2.9	2.7	2.5	2.3	2.3	2.0	2.1	1.7	1.9	2.0	1.5	1.9	2.2
Jaesong	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2	2.4	-	-	-	-	-	2.4
Haeundae	2.9	2.7	3.0	2.8	2.8	2.4	2.7	3.1	3.1	2.5	2.1	2.4	2.7
Kumjeong	2.3	2.0	2.4	2.3	2.3	2.0	2.3	2.5	2.7	1.9	1.8	1.9	2.2
Kijang	1.9	1.9	2.2	2.3	2.5	2.1	2.2	2.1	2.0	1.7	1.5	1.0	2.0
Ilkwang	1.5	1.5	1.8	1.7	1.7	1.4	1.5	1.5	1.6	1.2	1.0	1.2	1.5
mean	2.5	2.5	2.8	2.6	2.7	2.3	2.5	2.7	2.9	2.2	2.0	2.1	2.5

Table 3. Wind direction comparison at each site with wind direction at Pusan Regional Meteorological Office("S" same direction, "O" opposite direction, "T" irrelevant direction, unit : %)

season	annual mean					
	spring	summer	fall	winter		
site	S	O	I	S	O	I
Sinpyoung	60	9	31	64	7	29
Gaekummm	55	12	33	66	9	25
Pusanjin	62	7	31	64	7	29
Youngdo	54	12	34	62	8	32
Air force Meteor. Office	60	8	33	59	8	33
Buckgu	36	21	44	38	18	44
Dongrae	62	8	28	60	8	33
Jaesong	37	23	39	26	28	46
Haeundae	71	6	23	72	5	22
Kumjeong	60	8	32	60	9	32
Kijang	35	26	38	27	28	45
Ilkwang	58	10	31	59	10	30
mean	54	12	33	55	12	33

5.2. 풍향 비교

'부산지방기상청'에서 부는 바람의 풍향을 기준으로

각 지점의 풍향이 부산지방기상청에서의 임의 풍향에 대해 시계방향과 반시계방향으로 45° 범위에 드는 경우를

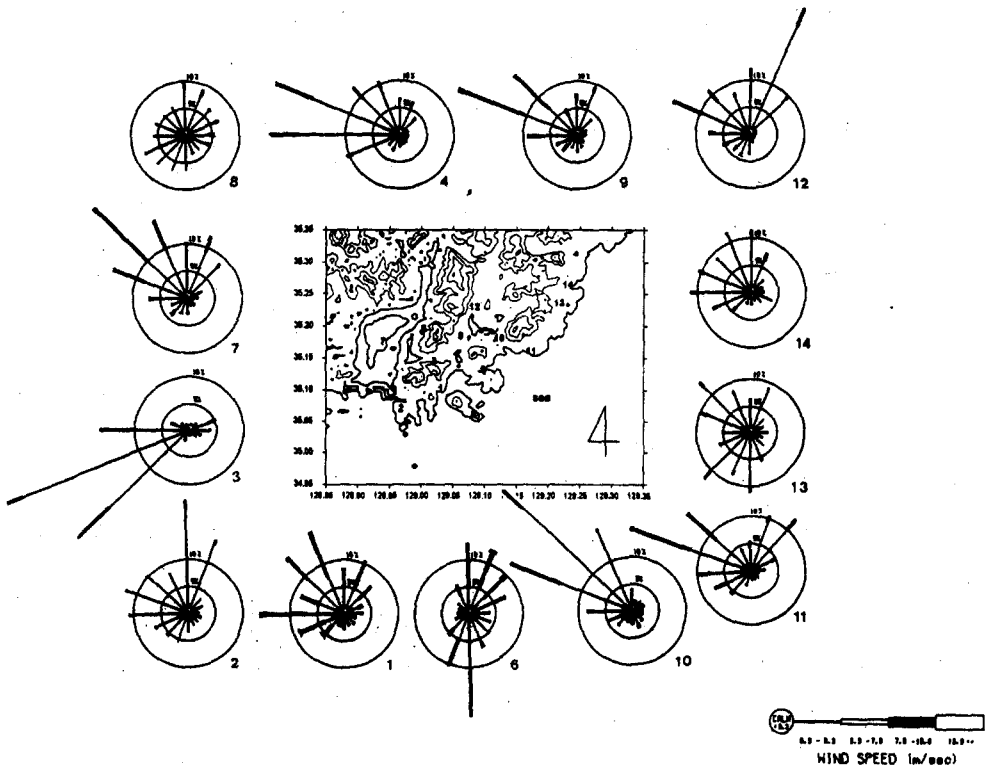


Fig. 6. Winter mean windrose at ground level in Pusan(1997). Site index, 1~14 is the same mean of Fig. 1.

“동방향(同方向)”의 범위, 부산지방기상청에서의 임의 풍향에 180°를 더하고 이 방향에 대해 시계방향과 반시계방향으로 45° 범위에 드는 경우를 “반방향(反方向)”의 범위, 그 외의 풍향에 대해서는 “무관한 방향”의 범위로 정의하였다. 방위 범위에 관한 개략도를 Fig. 7에 나타내었다.

Table 3에 각 지점의 풍향의 ‘부산지방기상청’의 풍향과 비교하여 “동방향”(S), “반방향”(O), “무관한 방향”(N)의 백분율을 나타내었다.

13개 관측지점에서 평균적으로 54%정도가 ‘부산지방기상청’에서 부는 바람과 동일한 방향으로 나타났으며, 반대 풍향은 12%로 나타났다. ‘해운대’에서는 ‘부산지방기상청’과 가장 유사한 방향의 바람이 많이 불었는데 71%의 “동방향”이 나타났다. 이는 남쪽이 바다이고 바다와 접하는 해안선이 동서로 형성되어 있는 ‘부산지방기상청’의 주변지형 여건이 ‘해운대’와 유사하기 때문이다.

그리고 ‘기장’, ‘복구’, ‘재송’에서 “동방향”의 바람이 적게, “반방향”의 바람이 많이 불었는데, 풍속의 비교에서 언급된 바와 같이 이들 지점이 위치한 지역은 ‘부산지방기상청’과 달리 분지지역이거나 남북방향의 산에 위치한 지형적 특징이 때문에 나타난 결과로 볼 수 있다.

계절별로 보았을 때 “동방향”의 바람이 여름에 59%로 비교적 높았는데, 여름에 주로 강한 북태평양 고기압에 의한 남풍계열의 바람이 많이 불어 지형의 영향을 덜

받은 것으로 볼 수 있다. 반대로 “동방향”의 바람이 겨울에 50%으로 가장 낮았는데, 겨울의 북서 계절풍이 북동-남서방향으로 길게 위치한 부산지역의 산지 지형의 영향을 많이 받았기 때문이다.

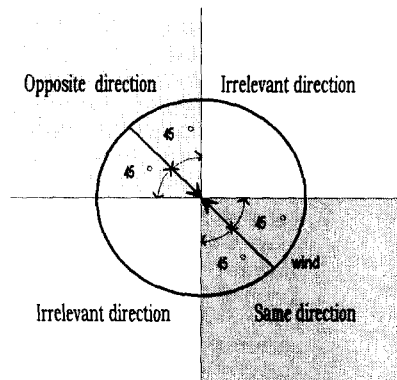


Fig. 7. Class schematic for wind direction. Wind directions at Pusan Regional Meteorological Office $\pm 45^\circ$ (Same direction), Wind directions at Pusan Regional Meteorological Office $+180^\circ \pm 45^\circ$ (Opposite direction), the other case (Irrelevant direction).

6. 요약 및 결론

본 연구에서는 부산지역의 경계층내에서 지형에 의한 바람장의 지역적 특성, 계절적 특성을 밝히기 위해서 부산지역에서 관측되고 있는 바람자료를 이용하여 연간, 계절별 바람장미도를 작성하고 풍속 및 풍향을 고찰하여 부산지방기상청 자료와 비교하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

· '부산지방기상청'에서 설치한 AWS로 관측된 바람은 연평균 남서풍과 북동풍의 빈도가 많았으며 봄, 여름은 남서풍과 북동풍이, 가을은 북동에서 북서풍이, 그리고 겨울에는 북서풍이 탁월하여 부산지역은 계절풍의 영향을 뚜렷하게 받는 지역으로 조사되었다.

· '개금'은 북쪽의 백양산과 남쪽의 엄광산이 놓여 있는, 동서로 연결된 골에 위치하므로 연간 서쪽에서 동쪽으로의 배사류의 빈도가 높았으며 골의 동쪽 끝부분에 위치한 '부산진'에서도 이러한 영향이 나타났는데 특히 북서풍이 강한 겨울에 발생 빈도가 높게 나타났다.

· 14개 관측지점의 연간 평균 풍속은 2.5 m s^{-1} 로서 '부산지방기상청'에서 측정된 3.9 m s^{-1} 와 상당한 차이가 났고, 관측지점들 가운데 '영도'에서 4.5 m s^{-1} 로 최대풍속이, 분지형태의 지리적 특성을 이루고 있는 '일광'에서 1.5 m s^{-1} 로 최소 풍속이 나타났다.

· 지형이 풍향에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 '부산지방기상청'과 다른 13개 관측지점과의 풍향 일치성을 조사한 결과, 같은 방향의 풍향은 평균 54%, 반대 방향의 풍향은 평균 12%인 것으로 나타났다. 풍향의 일치성이 가장 많이 나타난 지역은 '해운대'로서 71%이었고, 계절적으로는 여름에 59%로 가장 많이 일치하였고 겨울에 50%로 가장 적게 일치하였는데 이 차이는 계절풍에 대한 지형의 영향으로 사료된다.

부산지역의 바람은 지형의 영향을 뚜렷하게 받고 있으며, 또한 산이 많기 때문에 '부산지방기상청'에서 제공하는 바람 자료와 각 관측 지점별 바람은 다소 다르고 국지적 특성이 나타나는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 나타난 부산지역 각 지점의 바람장은 대단위 공단조성, 대기오염자동 측정소 위치선정, 소각장 위치선정, 발전소 위치선정 등에 있어서 그 지역별 특성을 고려하여 결정하는데 유용한 기초 자료를 제공하리라 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Stull, R. B., 1988, An Introduction to Boundary Layer Meteorology, 647pp.
- 2) 임희창, 김현구, 이정목, 경남호, 1996, 언덕지형을 지나는 유동에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 12(4), 459-472.
- 3) Bossert, J. R. and W. R. Cotton, 1993, Regional-Scale Flows in Mountainous Terrain. Part I : A Numerical and Observational Comparison, Mon. Wea. Rev., 122, 1449-1470.
- 4) Sakiyama, S. K., 1990, Drainage Flow Characteristics and Inversion Breakup in Two Alberta Mountain Valleys, J. Appl. Meteorol., 29, 1015-1029.
- 5) Kreutz, W., 1985, Tatigkeitsberichte der Agrarmeteorologischen Dienststellen, Giessen. Mitt. D. W., 14, 40-65.
- 6) Vorontsov, P. A. and M. S. Schklkovnikov, 1956, Opyt aerologicheskogo issledovannia nizhneg sloia atmosfery v doline Azau, Trudy GGO, 63, 138-167.