한국항해항만학회지 제33권 제5호, pp. 369~374, 2009 (ISSN-1598-5725)
Journal of Navigation and Port Research

부산해안지역 워터프런트의 풍환경 분석 연구

- 해운대, 수영만, 광안리를 대상으로 -

도 근 영†

† 한국해양대학교 해양공간건축학부 부교수

Analysis of Wind Environment at Waterfront in Busan

- About Haeundae, Suyoungman and Gwanganli -

Geun-Young Doe†

† *Division of Architecture & Ocean Space, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea*

요 약 : 최근 워터프런트의 개방성과 자연환경을 만끽하기 위한 중요한 공간으로서 오픈스페이스와 이에 연계된 노천카페 및 야외레스토랑의 계획이 많아지고 있다. 그러나 워터프런트는 낮은 기온, 강풍, 강한 일사 등 도심 및 내륙지역과는 다른 기후특성을 가지고 있기 때문에 노천카페, 야외레스토랑 등을 계획할 때에는 대상 워터프런트의 기후특성, 특히 풍환경에 대한 검토가 필요하다.

본 연구는 부산의 대표적 워터프런트인 해운대, 수영만, 광안리 지역을 대상으로 오픈스페이스와 노천카페 및 야외레스토랑 계획을 위한 워터프런트의 풍환경에 대해 검토하였다. 검토결과를 요약하면 아래와 같다.

1) 해운대~광안리까지의 워터프런트는 야외레스토랑 등에 적합한 지역이다.
2) 3월말에서 11월까지가 야외레스토랑 등을 이용하기에 적합한 시기이다.

핵심용어 : 워터프런트, 도시환경, 풍향, 풍속, 풍환경, 노천카페, 부산해안지역

Abstract : *Recently, the number of design for open-spaces at waterfront, such as open-air restaurant and cafeteria, has been increasing to provide openness and natural environment of waterfront. However, when planning open-air restaurant and cafeteria, it is essential to investigate the climate characteristic of waterfront, especially wind environment, since the waterfront has a special quality of climate like low-temperature and strong wind which differs from downtown or inland. In this study, wind environments of Haeundae, Suyoungman, and Gwanganli, the famous waterfronts in Busan, were investigated for design of open-air restaurants and open cafeterias. The main results were as follows.*

1) the waterfront area of Haeundae, Suyoungman, and Gwanganli is suitable for open-air restaurant and open cafeterias; and
2) the appropriate period for open space in this area is from the end of March to November.

Key words : *Waterfront, Urban Environment, Wind velocity, Wind direction, Wind Environment, seaside of Busan, open-air cafeteria*

1. 서 론

워터프런트는 해안선에 접하는 육역 주변 및 이에 가까운 수역을 함께 포함하는 공간으로, 자연이나 개방성 그리고 그러한 것들을 포함하는 축제성이 시민 생활환경의 질 향상이라는 요구에 대응하기에 적합한 공간(Bay area 研究會, 1991)이라는 특징을 가지고 있어 해외에서는 워터프런트에 대한 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 국내에서도 쾌적성에 대한 다양한 요구를 충족시키기 위해 연안도시에서는 워터프런트 개발이 증가하고 있다. 특히 해양수도인 부산의 경우는 예전부터 시민의 휴식공간이었던 송도, 광안리, 해운대를 비롯하여 자갈치시장 등이 워터프런트 공간으로 재개발 또는 정비되었으며 북항 재개발이 진행 중에 있다.

이와 같이 크게 증가하고 있는 워터프런트 개발에 있어서 워터프런트의 개방성과 자연환경을 만끽하기 위한 중요한 공간으로서 오픈스페이스와 이에 연계된 노천카페 및 야외레스토랑의 계획이 많아지고 있다. 그러나 워터프런트는 낮은 기온, 강풍, 강한 일사 등 도심 및 내륙지역과는 다른 기후특성을 가지고 있기 때문(横内憲久, 1998)에 노천카페, 야외레스토랑 등을 계획할 때에는 대상 워터프런트의 기후특성, 특히 풍환경에 대한 검토가 필요하다.

이에 본 연구에서는 부산의 대표적 워터프런트인 해운대, 수영만, 광안리 지역을 대상으로 오픈스페이스와 노천카페 및 야외레스토랑 계획을 위한 워터프런트의 풍환경 특히 적풍환경에 대해 검토하였다.

† 교신저자 : 도근영(종신회원), gydoe@hhu.ac.kr 051)410-4583

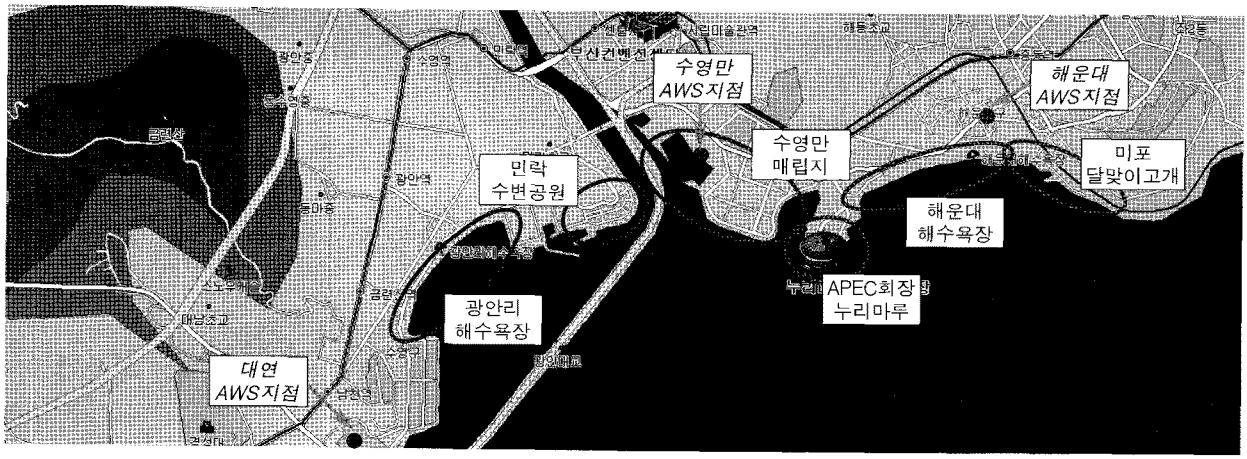

Fig. 1 Area of investigation

2. 대상 지역 및 기상데이터의 개요

본 연구에서는 Fig. 1에 나타내는 것과 같이 부산지역의 대표적인 해운대에서 광안리까지의 워터프런트를 연구의 대상으로 하였다. 이 지역에서 시민 및 관광객이 많이 찾는 워터프런트로 미포·달맞이고개, 해운대 해수욕장, APEC회장(누리마루), 수영만 매립지, 민락수변공원, 광안리 해수욕장이 있으며 특히 수영만 매립지, 광안리 해수욕장에는 Fig. 2에 나타내는 것과 같은 노천카페와 야외레스토랑이 밀집되어 있다.

이들 워터프런트의 풍환경을 분석하기 위해 Table 1에 나타낸 대연지점, 수영만지점 및 해운대지점의 자동기상관측데이터를 이용하였다. Table 1의 비고와 같이 수영만지점은 2002년부터 관측을 시작하였으며 해운대지점은 2007년 12월에 관측지점을 이동하였기 때문에 풍환경 검토에는 2002년부터 2006년까지 5년간의 기상관측데이터(시간별 데이터)를 이용하였다. 이들 세 지점은 Fig. 1에 나타내는 것과 같이 검토대상으로 하는 워터프런트 지역의 양 끝과 중간 부분에 위치하고 있어 풍환경을 검토하기에는 적절한 데이터라고 생각된다.

3. 노천카페, 야외레스토랑 등의 이용 시기

뚜렷한 사계절이 있는 지역의 경우 더운 여름철에는 시원함을 얻기 위해 노천카페 등을 많이 이용하지만 추운 겨울과 아직 따뜻해지지 않은 이른 봄, 추워지기 시작하는 늦은 가을에는 노천카페를 이용하기에는 어려움이 있을 것이다.

따라서 워터프런트의 적풍환경을 검토하기에 앞서 노천카페, 야외레스토랑 등을 이용하기에 적합한 시기가 언제인가를 검토할 필요가 있다.

그러나 야외레스토랑 등을 이용하기에 적합한 시기에 대한 연구 사례가 없기 때문에 본 연구에서는 추위에 관한 지수인 체감온도를 이용하였다. 체감온도에 대해서는 Siple-Passel 모델(Siple and Passel, 1945), Steadman 모델(Steadman, 1971), JAG/TI 모델이 있으나 기상청에서는 JAG/TI 모델을 이용하고 있다. JAG/TI 모델은 2001년 JAG/TI(Joint Action Group for Temperature Indices, 캐다나 토론토) 회의에서 발표되어 현재 미국과 캐나다 등 북아메리카 국가들을 중심으로 가장 널리 사용되고 있다.

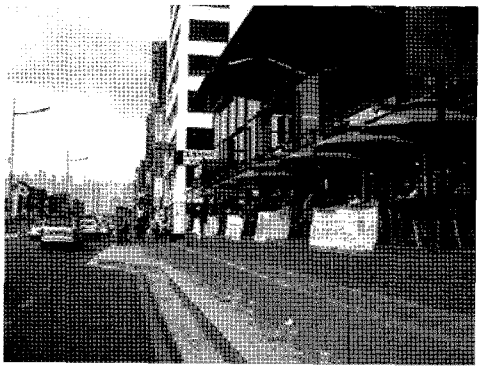

Fig. 2 Open air restaurant at Gwanganli

Table 1 Outline of the automatic weather stations

지 점	관측위치	주 소	비 고
대 연	부경대학교	남구 대연3동 599-1	
수영만	채육시설관리소	해운대구 우1동 1393	2002년부터 관측개시
해운대	해운대구청	해운대구 중동 1378-95	2007년 12월 관측지점이동

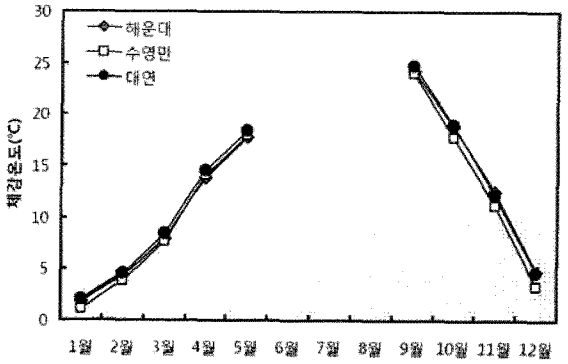

Fig. 3 Monthly mean of sensory temperature

기상청에서 사용하는 JAG/TI 모델의 체감온도식은 식 (1)과 같으며 10월에서 4월까지 체감온도를 계산·제공하고 있다(기상청, 2008). 체감온도는 외부에 있는 사람이 바람과 한기에 노출된 피부로부터 열을 빼앗길 때 느끼는 추운정도를 나타내는 지수로 아래의 식에서 알 수 있듯이 바람이 강할수록 체감온도는 낮아지게 된다.

$$T_f = 13.12 + 0.6215 \times T - 11.37\,V^{0.06} + 0.3965\,V^{0.16} \times T \quad (1)$$

T_f : 체감온도(℃)
T : 기온(℃)
V : 지상 10m 풍속(㎞/h)

체감온도가 -10~10℃에서는 추위를 느끼는 불편함이 증가하는 영역으로 긴 옷이나 따뜻한 옷을 착용하는 등의 대처가 필요하다고 한다(기상청, 2008). 본 연구에서는 체감온도가 -10~10℃의 범위를 초과할 경우 추위에 대한 불편함이 있더라도 노천카페나 야외레스토랑 등을 이용하기에 무리가 따르지 않을 것이라 가정하고 체감온도가 10℃ 넘을 경우 야외레스토랑 등을 이용하기에 적합한 시기로 설정하였다.

Fig. 3은 세 지점의 5년간 시계열 기온 및 풍속을 이용하여 체감온도를 계산하고 월별 평균을 구하여 나타낸 것으로 기상청에서 체감온도를 제공하는 10월~4월까지의 체감온도만 계산하였다. 세 지점모두 1월~3월, 12월에 체감온도의 월평균이 10℃이하로 나타나고 있다. 체감온도의 평균이 7~8℃ 정도인 3월의 일평균 체감온도를 나타낸 Fig. 4를 보면 초·중순에는 1~2일 정도 체감온도가 10℃를 넘는 날도 있지만 25일 이후부터 체감온도가 10℃이상이 되는 날이 수일 연속으로 나타나며 체감온도의 평균이 11~12℃정도인 11월은 Fig. 5에 나타내는 것과 같이 하순에도 체감온도가 10℃를 넘는 날이 연속적으로 나타나고 있다.

따라서 세 지점의 사이에 있는 해운대에서 광안리까지의 워터프런트에서는 3월 25일 이후부터 11월 말까지가 노천카페나 야외레스토랑을 이용하기에 적합한 시기라 할 수 있으며 이후의 적풍환경 검토에 있어서는 4월~11월을 중심으로 검토하기로 한다.

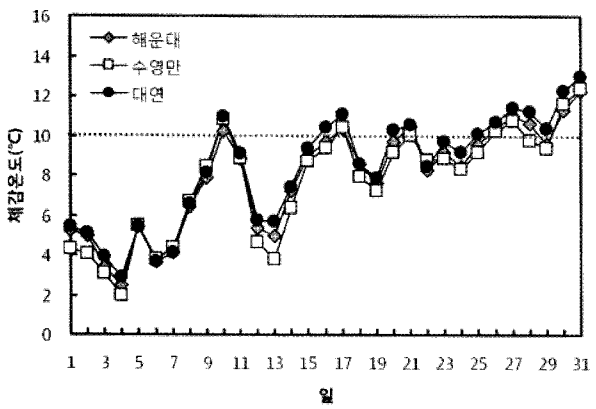

Fig. 4 Daily mean of sensory temperature in March

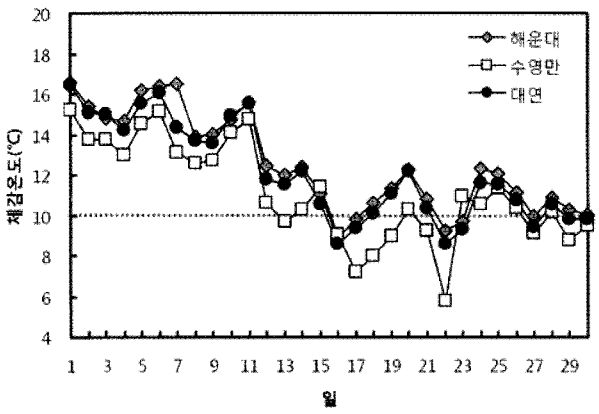

Fig. 5 Daily mean of sensory temperature in November

4. 풍환경 평가

본 연구에서는 일본의 村上, 森川(1985)가 제안한 적풍환경 평가방법을 활용하여 대상지역의 풍환경을 평가하였다. 「적풍」이란 환경장해를 일으키기 쉽거나 사람이 불쾌하다고 평가하는 바람인「비적풍」이외의 바람을 말한다(日本建築學會, 1993).

4.1 일최대순간풍속의 초과빈도를 이용한 풍환경평가

Table 2는 村上, 森川가 제안한 풍환경평가지표로 지상 1.5m에서 관측된 일최대순간풍속의 초과빈도를 이용하여 풍환경을 평가하는 방법이다. 일최대순간풍속은 하루 동안에 관측된 순간풍속의 최대치를 의미하므로 한 순간의 바람으로 풍환경을 평가하는 것이지만 거주자를 대상으로 한 설문조사에 따르면 바람에 의한 감각과 일최대순간풍속이 높은 상관관계를 가지고 있으며 하루의 사이클로 판단할 수 있다는 점에서 일최대순간풍속을 파라미터로 하고 있다.

Table 2 Evaluation index of wind environment using maximum instantaneous wind speed

랭크	강풍에 의한 영향 정도	대응하는 공간용도의 예	일최대 순간풍속 10m/s가 허용되는 초과빈도
1	가장 영향을 받기 쉬운 용도의 장소	주택지의 상점가 야외레스토랑	10% 이하 (연간 37일 이하)
2	영향을 받기 쉬운 용도의 장소	주택지 공원	22% (연간 80일)
3	비교적 영향을 받기 어려운 용도의 장소	사무소 거리	35% (연간 128일)

Table 3은 세 지점에서 관측된 일최대순간풍속을 1.5m의 풍속으로 환산(風工學硏究會, 2005)한 후 초과빈도(일최대순간풍속 10m/s 이상인 일수)를 산출한 결과이다.

세 지점 모두 일최대순간풍속이 10m/s 이상인 날이 연간 37일 이하이며 특히 앞에서 검토한 노천카페, 야외레스토랑 등의 이용시기인 4~11월의 초과빈도의 비율은 대연지점에서 연평균

비율보다 조금 증가하였지만 해운대, 수영만지점에서는 연평균 비율보다 약 1% 감소하고 있다. 따라서 세 지점 모두 Table 2에 나타낸 평가지표의 랭크 1 「가장 영향을 받기 쉬운 용도의 장소」에 해당되므로 해운대~광안리 지역은 노천카페나 야외 레스토랑 등의 용도에 적합한 지역이라 할 수 있다.

Table 3 The frequency number(daily maximum instantaneous wind speed had been over 10m/s)

	5년간 출현횟수(일)			연간 평균(일)		
지점	해운대	수영만	대 연	해운대	수영만	대 연
1월	16	17	6	3.2	3.4	1.2
2월	10	14	1	2.0	2.8	0.2
3월	14	12	4	2.8	2.4	0.8
4월	17	16	4	3.4	3.2	0.8
5월	14	7	2	2.8	1.4	0.4
6월	3	5	2	0.6	1.1	0.4
7월	6	8	4	1.2	1.6	0.8
8월	11	9	7	2.2	1.8	1.4
9월	14	17	9	2.8	3.4	1.8
10월	10	8	4	2.0	1.6	0.8
11월	8	15	2	1.6	3.0	0.4
12월	14	17	2	2.8	3.4	0.4
계	137	145	47	27.4 (7.5%)	29.0 (7.9%)	9.4 (2.6%)
4-11월 소계	83	84	34	16.6 (6.8%)	17.0 (7.0%)	6.8 (2.8%)

4.2 일평균기온 및 일평균풍속을 이용한 풍환경평가

Fig. 6은 村上, 森川가 적풍환경 평가방법을 제안하는 과정에서 도출한 그래프로 기온을 고려한 1일 단위의 풍환경 평가척도이다. 1일 단위인 일평균풍속과 일평균기온을 평가척도에 이용하고 있는 것은 사람들의 생활이 1일을 사이클로 하고 있기 때문에 1일을 단위로 바람의 강약에 대해 지각하는 경우가 많다는 것을 고려하였기 때문이다.

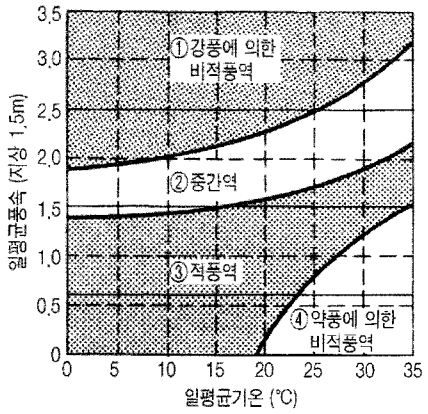

Fig. 6 Evaluation territories of wind environment using daily mean temperature and wind speed

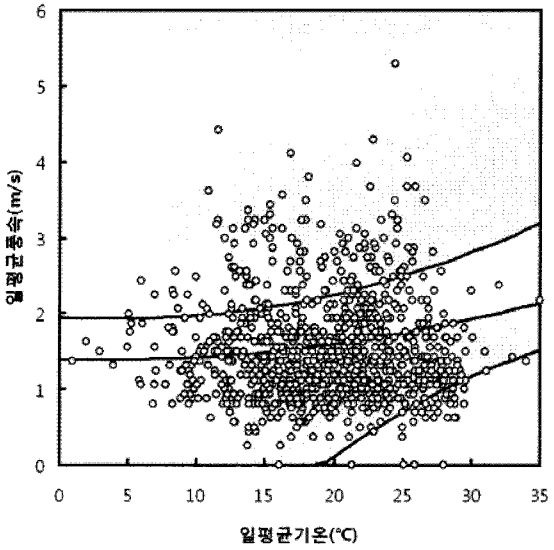

Fig. 7 Evaluation of wind environment at Heaundae automatic weather station

Fig. 7은 해운대지점의 4월~11월 일평균기온 및 일평균풍속(1.5m의 풍속으로 환산)을 Fig. 6에 나타낸 풍환경 평가척도 위에 나타낸 것이다. 해운대지점은 「적풍역」에 포함되는 일수가 타 영역보다 많은 것을 알 수 있다. 세 지점에 대해 Fig. 6의 각 평가영역별 발생일의 빈도를 정리하여 Table 4에 나타낸다. 「적풍역」에 포함되는 날의 비율은 대연지점과 해운대지점이 60%를 넘고 있는 반면 수영만지점은 49.4%로 4월~11월 중 반에 가까운 날이 「적풍역」에 포함되고 있다. 또 「중간역」과 「강풍에 의한 비적풍역」 비율의 합은 수영만지점이 49.1%, 해운대지점이 33.1%, 「약풍에 의한 비적풍역」의 비율은 각각 1.5%, 4.6%로 방풍대책을 통해 풍속을 조금만 약하게 할 수 있다면 「적풍역」의 비율을 증가시킬 수 있을 것이라 생각된다. 이에 비해 대연지점의 경우는 「중간역」과 「강풍에 의한 비적풍역」 비율의 합이 24.6%이며 「약풍에 의한 비적풍역」의 비율이 10.9%로 상대적으로 높기 때문에 방풍대책을 통해 풍속을 약하게 할 경우 「적풍역」의 비율 증가보다 「약풍에 의한 비적풍역」의 비율 증가가 커질 가능성이 있다. 따라서 「적풍역」의 비율을 높이기 위한 방풍대책을 계획할 경우에는 월별, 풍향별 풍속 등을 고려해야만 할 것이다.

Table 4 The frequency number of evaluation territories

지점	약풍에 의한 비적풍역	적풍역	중간역	강풍에 의한 비적풍역
해운대	51일 (4.6%)	757일 (62.7%)	252일 (20.9%)	147일 (12.2%)
수영만	18일 (1.5%)	579일 (49.4%)	390일 (33.3%)	185일 (15.8%)
대 연	132일 (10.9%)	784일 (64.5%)	191일 (15.7%)	108일 (8.9%)

※ 2002~2006년의 5년간 4월~11월의 발생빈도 및 비율

Fig. 8은 월별로 풍환경 평가 영역비율을 나타낸 것이다. 대연지점의 경우 7~9월을 제외하고 월별 「적풍역」의 비율이 75% 전후인 반면 7월, 9월은 50%, 8월은 35%에 불과하다. 특히 7월과 8월은 「약풍에 의한 비적풍역」의 비율이 25.3%, 45.6%로 「중간역」과 「강풍에 의한 비적풍역」 비율을 합한 것보다 높기 때문에 방풍대책이 아니라 풍속을 높일 수 있는 대책이 필요하다. 해운대의 경우는 5~7월, 10월, 11월의 「적풍역」 비율이 70% 전후이며 4월, 8월, 9월은 「적풍역」의 비율이 50% 전후이지만 8월은 「약풍에 의한 비적풍역」의 비율이 22% 정도로 방풍에 의해 풍속을 약하게 할 경우 「적풍역」의 비율증가보다 「약풍에 의한 비적풍역」의 비율이 증가할 가능성이 높다. 한편 수영만지점은 「적풍역」의 비율이 60%를 넘는 달이 6~8월뿐이며 10월, 11월은 「적풍역」의 비율이 30%에도 미치지 못하고 있다. 따라서 8월을 제외하면 방풍대책을 통해 「적풍역」의 비율 높일 수 있을 것으로 생각된다.

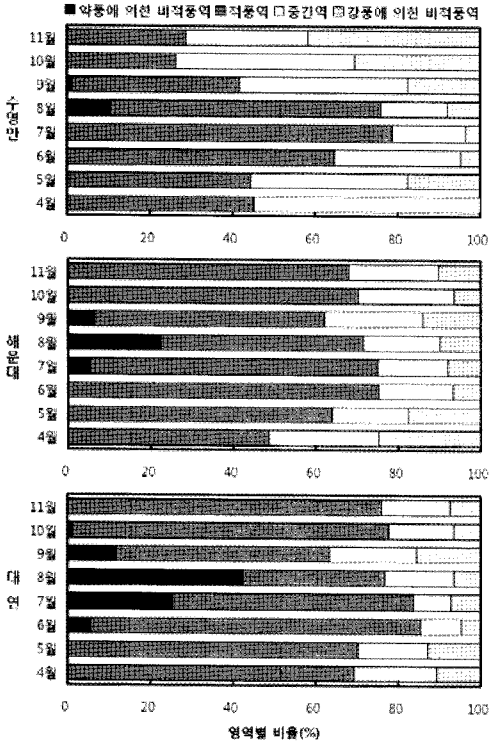

Fig. 8 Ratio of evaluation territories at Three automatic weather station on months

4.3 방풍대책을 위한 풍향·풍속 검토

Fig. 9는 방풍대책이 필요한 해운대와 수영만의 풍향으로 두 곳 모두 「1월~3월/10월~12월」과 「4월~9월」의 두 기간에 풍향특성이 크게 달라지고 있다. 해운대지점의 경우는 「4월~9월」에 북동풍(30.7%)과 남서풍(21.4%)의 비율이 50% 이상을 차지하며 다른 풍향의 비율은 10%전후에 불과한 반면 「1월~3월/10월~12월」은 서풍(26.4%), 북서풍(20.3%), 북풍(17.1%), 북동풍(15.8%)의 순이다. 한편 수영만지점의 경우는 「4월~9월」에 남풍(19%), 북서풍(18.6%), 북동풍(14%), 북풍(13.3%), 남동풍(12.2%)의 순으로 풍향의 비율에 큰 차이가 없으며 「1월~3월/10월~12월」은 북서풍(47.9%)과 북풍(21.7%)의 비율이 약 70%의 비율을 점하고 있다.

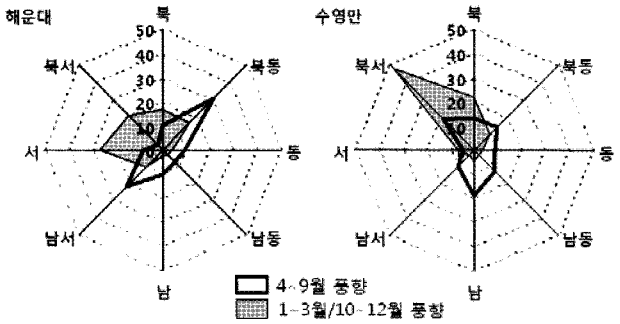

Fig. 9 Wind direction of Heaundae and Suyeongman automatic weather station

Fig. 10과 Fig. 11은 해운대지점과 수영만지점의 풍향별 평균풍속을 나타낸 것이다. 해운대지점의 경우 「4월~9월」의 비율이 높은 북동풍과 남서풍의 풍속이 3.1m/s, 2.5m/s 타 풍향의 풍속보다 높았으며 「1월~3월/10월~12월」은 서풍, 북서풍, 북동풍, 남서풍의 평균풍속이 2.5m/s 이상으로 나타나 이들 풍향에 대한 방풍대책에 의해 「적풍역」의 비율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

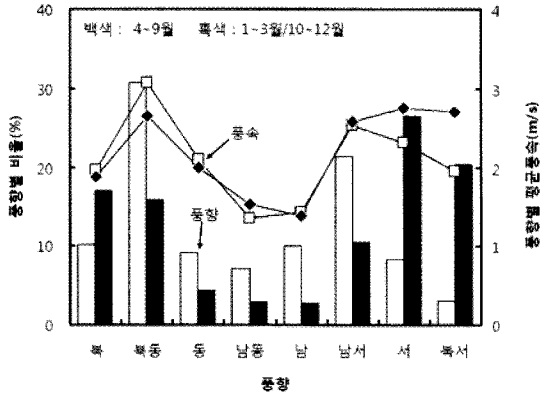

Fig. 10 Ratio of wind direction and mean wind speed of wind direction(Heaundae AWS)

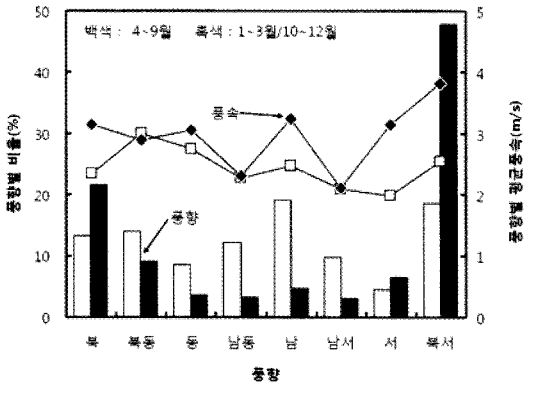

Fig. 11 Ratio of wind direction and mean wind speed of wind direction(Suyeongman AWS)

한편 수영만지점의 경우 해운대지점에 비해 대체적으로 풍속이 높은 경향을 보이며 「4월~9월」과 「1월~3월/10월~12월」 두 기간에 모든 풍향의 평균풍속이 2m/s 이상이며 특히 「1월~3월/10월~12월」에 비율이 가장 높은 북서풍은 평균풍속이 약 4m/s, 두 번째로 높았던 북풍의 평균풍속은 3m/s 정도로 두 풍향에 대한 방풍대책은 반드시 필요하다고 생각되며 「4월~9월」에는 풍향별 비율에 큰 차이가 없기 때문에 풍속이 높은 풍향에 대해 방풍대책을 강구함으로써 「적풍역」의 비율을 높일 수 있을 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 부산의 대표적 워터프런트인 해운대, 수영만, 광안리 지역을 대상으로 오픈스페이스와 노천카페 및 야외레스토랑 계획을 위한 워터프런트의 적풍환경에 대해 검토하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1) 체감온도 10℃를 넘을 경우를 노천카페나 야외레스토랑을 이용하기에 적합한 날이라 하면 해운대에서 광안리까지의 워터프런트에서는 3월 25일 이후부터 11월 말까지가 야외레스토랑 등을 이용하기에 적합한 시기라 할 수 있다.

2) 村上, 森川가 제안한 적풍환경 평가방법에 따르면 대연지점, 수영만지점, 해운대지점 모두 지상 1.5m에서의 일최대순간풍속이 10m/s 이상인 날이 연간 37일 이하로 해운대~광안리 지역은 노천카페나 야외레스토랑 등의 용도에 적합한 지역이라 할 수 있다.

3) 일평균기온 및 일평균풍속(1.5m의 풍속으로 환산)을 이용하여 적풍환경을 평가하면 4월~11월 중 「적풍역」에 포함되는 날의 비율은 대연지점과 해운대지점이 60% 이상, 수영만지점은 49.4%로 이며 「약풍에 의한 비적풍역」의 비율이 5% 미만인 해운대·수영만지점은 방풍대책을 통해 「적풍역」의 비율을 증가시킬 가능성이 높다.

4) 해운대지점의 경우 「적풍역」의 비율을 증가시키기 위해서 4~7월 및 9월에는 북동풍과 남서풍, 10~11월은 남서풍, 서풍, 북서풍, 북동풍에 대한 방풍대책을 통해 「적풍역」의 비율을 증가시킬 수 있다.

5) 또한 수영만지점의 경우는 4~7월 및 9월에 남풍, 북서풍, 북풍, 북동풍, 10~11월은 북서풍, 북풍, 북동풍에 대한 방풍대책을 통해 「적풍역」의 비율을 증가시킬 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 기상청(2008), 체감온도, "http://www.kma.go.kr".

[2] 日本建築學會(1993), "都市の風環境評価と計畫", 丸善(株), p. 45.

[3] 風工學研究會(2005), "ビル風の基礎知識", 創榮淸圖書印, p. 30.

[4] Bay area 研究會(1991), "ウォータフロントの計畫とデザイン", 新建築別冊新, 建築社, pp. 8-9.

[5] 村上周三, 森川泰成(1985), "氣溫の影響を考慮した風環境評価尺度に關する研究", 日本建築學會計畫系論文報告集, 日本建築學會, pp. 9-17.

[6] 横內憲久(1998), "ウォータフロント計畫研究會編", ウォータフロントの計畫ノート, 共立出版(株), pp. 24-25.

[7] Spile, P. A. and Passel, C. F.(1945), "Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures", Proceedings of the American Philosophical Society, 89(1), 177-199.

[8] Steadman. R. G.(1971), "Indices of windchill of clothed persons", Journal of Applied Meteorology, 10, 674-683.

원고접수일 : 2009년 6월 16일
심사완료일 : 2009년 6월 30일
원고채택일 : 2009년 6월 30일