

부산지역 워터프런트의 기후특성에 관한 연구

도근영* · 이한석* · 고성철** · 현범수*** · 유종수****

*한국해양대학교 해양공간건축학부 교수, **한국해양대학교 토목환경공학부 교수
한국해양대학교 해양시스템공학부 교수, *한국해양대학교 해양과학기술연구소 전임연구교수

A Study on Climate Characteristics of Waterfront in Busan Area

Geun-Young Doe* · Han-Seok Lee* · Sung-Cheol Koh** · Beom-Soo Hyun*** · Jong-Su Yoo****

*Division of Architecture and Ocean Space, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea
**Division of Civil and Environmental System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea
***Division of Ocean Systems Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea
****Research Institute of Marine Science and Technology, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요약 : 워터프런트는 도심 및 내륙지역과는 다른 독특한 기후특성을 가지고 있으며 이를 고려하지 않고 개발할 경우 시설물의 하자발생, 에너지 및 유지관리비용의 상승을 초래하게 됨은 물론 배후지, 도시기후에 악영향을 미치게 된다. 본 연구는 부산지역의 10개 기상관측지점을 해안선에서 거리에 따라 워터프런트 및 내륙지역으로 분류하고 5년간의 기상데이터를 이용하여 워터프런트의 기후특성에 대해 검토한다. 또한 워터프런트지역임에도 내륙지역과 유사한 기후특성이 나타나고 있는 대연지점을 대상으로 기후특성변화의 원인에 대해 검토한다.

핵심용어 : 워터프런트, 기후특성, 기후변화

Abstract : The waterfront has distinct climate characteristics different from urban or inland area. These may create not only the rise of energy and maintenance costs for facilities located at waterfront areas, but also the negative effects on the climate of the nearby inland area, unless these are treated with particular care. For the present study, the climate characteristics of waterfront were examined with climate data of 10 observation points carefully selected in Busan area. Each weather observation point was classified into either waterfront area or inland area, based on the distance from the coastal line. Special considerations were given to the climate data gathered at the Dae-Yeon weather station because it shows the climate characteristics similar to those of inland area although it is located very near the waterfront area. Results indicates that this peculiar climate condition attributes, at least in part, to the reclamation of frontal coastal area.

Key words : Waterfront, Climate Characteristic, Climate Change

1. 서론

워터프런트는 해안선에 접하는 육역 주변 및 이에 가까운 수역을 함께 포함한 공간이다. 연안도시의 워터프런트는 손쉽게 자연과 접할 수 있으며 내륙의 자연환경과는 다른 친수성 수역과 하늘의 광대한 공간 확장성 등의 특징을 가지고 있어 최근 도시생활에 요구되는 쾌적성을 제공하기 위해 개발의 압력을 많이 받고 있다. 또한 대규모 토지의 획득과 비교적 자유로운 개발 가능성, 질 높은 자연환경 때문에 생활환경의 질에 대한 요구가 높아질수록 워터프런트의 개발은 가속화될 것으로 예상된다.

그러나 워터프런트는 도심, 내륙지역에 비해 낮은 기온, 강풍, 강한 일사, 해염 등 독특한 기후특성을 가지고 있기 때문

에 이를 고려하지 않은 워터프런트의 개발은 기후환경의 악화와 더불어 시설의 하자발생, 에너지 및 유지관리비용의 상승을 초래하게 될 것이다. 또한 대규모 매립에 의한 워터프런트 개발이 진행될 경우 바다에서 불어오는 바람이 도시에 도달하는 시간의 지연 등에 의해 배후지의 기온상승 등 도시기후에 영향을 미치기도 한다(橫內憲久,ウォーターフロント計画研究所,1998).

우리나라에는 워터프런트의 기후특성에 관한 선행연구가 거의 없으며 일본에는 임해지역에서 염분분포(Kenji Hotta,1993), 수변의 미기상(木内豪,1999), 하천에 의한 도시기후 완화효과(Ken-ichi Narita, etc.,2002) 등에 대한 연구가 있다. 그 내용을 보면 임해지역의 염분분포 연구는 해안으로부터 거리와 지상에서 높이별로 공기 중에 포함된 염분을 측정하여 기상조건과 염분농도의 관계를 밝히고 있으며, 수변의 미기상 연구는 해풍이 도로나 하천 등 도시의 풍로를 따라 어떻게 이동하여 수변의 미기상을 형성하는지 밝히고, 하천에 의한 도시기후 완화효과에 대한 연구는 하천의 도시 풍로로서 역할과 하천수가 주변 기상조건에 미치는 영향에 대해 밝히고 있다.

* 중신회원, gydoe@hanara.kmaitime.ac.kr, (051)410-4583
중신회원, hansk@hanara.kmaitime.ac.kr, (051)410-4581
** skoh@hanara.kmaitime.ac.kr, (051)410-4418
*** bshyun@hanara.kmaitime.ac.kr, (051)410-4308
**** jsyoo@kmaitime.ac.kr, (051)410-4107

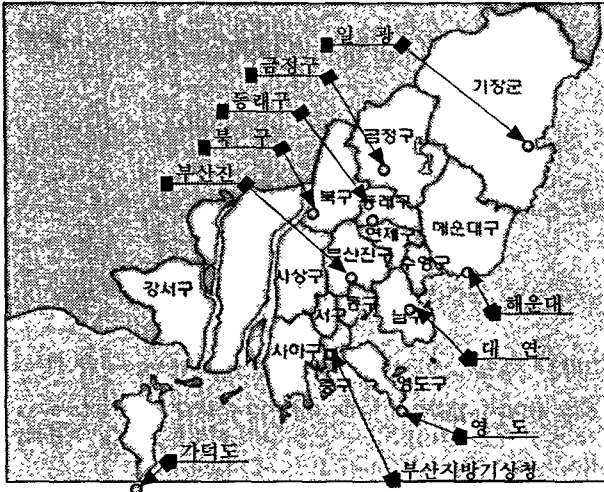


Fig.1 Weather observation points in Busan area

Table 1 Locations of weather observation points

지점 번호	지점명	관측장소	주소	해안에서의 거리
159	부산	지방기상청	중구 대청동	1km 이내
910	영도	태종대 초동	영도구 동삼2동	1km 이내
921	가덕도	항로표지소	강서구 대항동	1km 이내
923	일광	면사무소	기장군 일광면	1km 이내
937	해운대	구청	해운대구 중동	1km 이내
938	부산진	부산진 초동	부산진구 범천2동	2.5km
939	금정구	부산대	금정구 장전동	10.8km
940	동래구	부산교육대	연제구 거제1동	7km
941	북구	부산정보대	북구 구포2동	15.8km
942	대연	부경대	남구 대연3동	1km 이내

이러한 배경 하에 본 연구에서는 기후특성에 적합한 워터프런트 계획기법의 개발을 목적으로 부산지역의 10개 기상관측지점을 워터프런트 및 내륙지역으로 분류하고 5년간의 기상데이터를 이용하여 부산지역 내에서 워터프런트와 내륙지역의 기후특성을 비교 검토하고 이를 바탕으로 해안의 매립에 따른 배후지의 기후특성변화에 대해 검토하고자 한다.

Table 2 Observation item of Busan regional meteorological office

측정항목		측정간격	측정항목		측정간격
강수량		1시간	기온		3시간
풍향			상대습도		
풍속			운량		
일사량		1시간	철관지중온도	0.5m	일일 일회 09:00
지중온도	0.05m	6시간		1.0m	
	0.1m			1.5m	
	0.2m			3.0m	
	0.3m			5.0m	

Table 3 Weather data item of AWS

월 요약 자료			일 별 자 료	
기 온	평균최고기온 평균최저기온 평균기온		기 온	평균기온 최고기온 최저기온
	최 고	최고기온 나타난 날		
	최 저	최저기온 나타난 날		
바 람	평균풍속		바 람	평균풍속
	최대순간	풍 속 풍 향 나타난 날		
	총 량		강수량	총 량
강수량	총 량			
	최 다	매정시 최다 나타난 날		

2. 기상데이터 개요

현재 부산지역에는 Fig. 1에 나타난 것과 같이 부산지방기상청 및 영도, 가덕도, 일광, 해운대, 부산진, 금정구, 동래구, 북구, 대연의 9개 AWS(Automatic Weather System) 기상관측지점(이하 AWS지점)이 설치되어 기상을 관측하고 있으며 각 관측지점의 주소와 해안으로부터 직선거리는 Table 1에 나타난 것과 같다.

부산지방기상청은 중구 대청동에 위치하고 있으며(2002년 1월 동래구 명륜1동으로 이전) 1900년대 초부터 기상관측을 시작하였고 현재에는 Table 2에 나타난 것과 같이 풍향, 풍속, 강수량, 일사량에 대해서는 1시간 간격으로, 기온, 상대습도, 운량은 3시간 간격, 지중온도에 대해서는 일일 1회 또는 4회 측정하고 있다. 한편, AWS지점은 악기상의 연속감시 등 방재의 목적으로 설치된 것으로 영도, 가덕도, 일광의 3개 지점은 1993년부터, 나머지 6개 지점은 1995년부터 기상관측을 시작하였다. 또, AWS 지점에서는 기온, 풍향 및 풍속, 강수량에 대해 매시간 측정하고 있으나 Table 3에 나타난 것과 같이 일평균기온, 월평균기온, 일평균풍속, 월평균풍속 등통계 처리된 항목에 대해서만 일반에게 제공하고 있다.

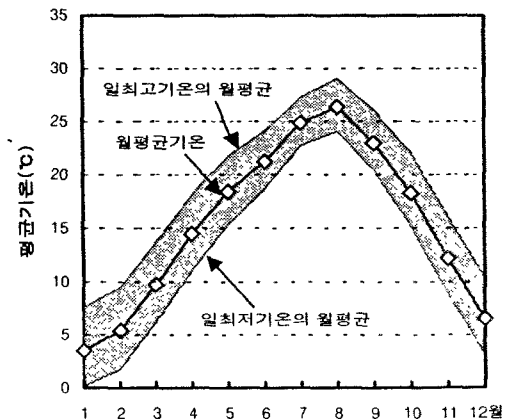


Fig. 2 Monthly mean temperature of Busan regional meteorological office

워터프런트의 범위는 시점이나 분야에 따라 달라지나(橫内憲久, 워터프런트計畫研究會, 1998) 본 연구에서는 시민의 직접적인 이용·행동과 경관의 측면에서 해안선으로부터 보행거리인 500m ~ 1km를 워터프런트의 범위로 보았다. 따라서 일반적으로 부산의 기상을 대표하는 부산지방기상청과 AWS지점 가운데 해안선으로부터 직선거리가 1km 이내인 영도, 가덕도, 일광, 해운대, 대연의 5개 지점은 워터프런트지역으로, 2km 이상인 부산진, 금정구, 동래구, 북구의 4개 지점은 내륙지역으로 구분하여 기후를 분석하였으며 1997년부터 2001년까지 5년간의 기상데이터를 이용하여 워터프런트지역과 내륙지역의 기후특성의 차이를 검토하였다.

3. 워터프런트 및 내륙지역의 기후특성

3.1 기온

일반적으로 부산지방기상청의 기상데이터는 부산지역의 기상을 대표한다. 이 데이터를 통해 부산지역의 월평균기온과 일최고기온 및 일최저기온의 월평균 변화를 검토한 것이 Fig. 2이다. 부산지방기상청의 월평균기온은 1월에 가장 낮은 3.6℃에서 8월에 가장 높은 26.3℃의 분포를 보이며 일최고기온의 월평균은 7.5~29℃, 일최저기온의 월평균은 0.1~24℃의 범위에 있다.

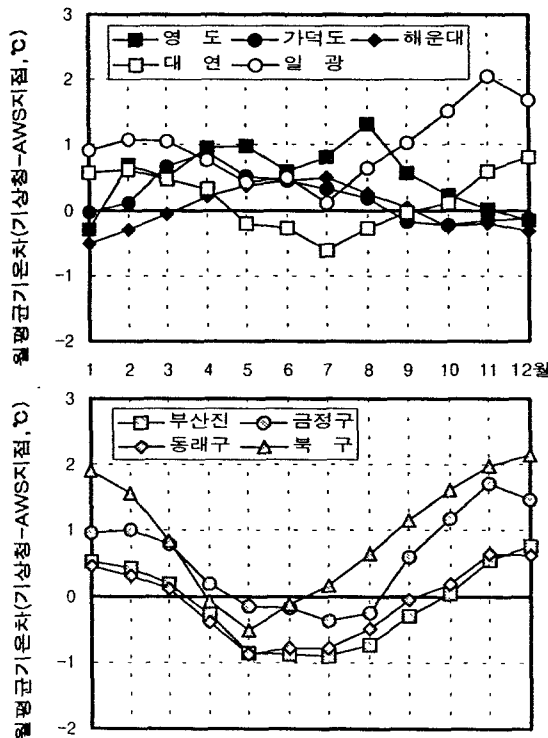


Fig. 3 Monthly mean of temperature difference between Busan regional meteorological office and automatic weather station

Fig. 3은 부산지방기상청과 AWS지점의 일평균기온차(부산지방기상청의 일평균기온 - AWS지점의 일평균기온)의 월별 평균을 나타낸 것으로 워터프런트지역의 영도, 가덕도, 해운대는 일평균기온차가 여름에 0보다 크며 겨울에 0보다 작은 \cap 형 변화로 겨울에는 부산지방기상청보다 기온이 0.5℃ 정도 높지만 여름에는 역으로 0.5℃ 이상 낮다. 반면 내륙지역의 부산진, 금정구, 동래구, 북구는 일평균기온차가 여름에 0보다 작고 겨울에 0보다 큰 U형 변화를 보이고 있으며 겨울에는 부산지방 기상청보다 0.5℃ 이상 낮지만 여름에는 0.5℃ 이상 높게 나타났다.

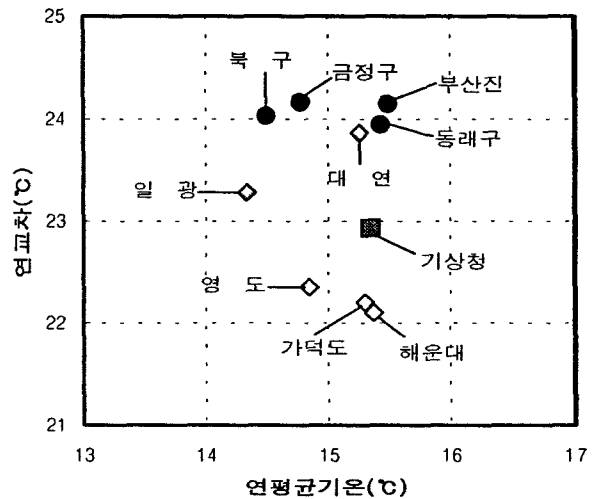


Fig. 4 Annual mean temperature and annual range

한편 워터프런트지역인 대연은 월평균기온차의 변화가 U형으로 내륙지역과 유사하며 일광도 부산지방기상청보다 연중 기온이 낮지만 내륙지역과 같이 U형의 변화를 보이고 있다. 또한, 가덕도의 일최고기온차가 U형 변화를 나타내는 것을 제외하면 일최고 및 일최저기온차의 월변화유형이 일평균기온차의 월변화와 유사하게 나타났다.

한편 연간 기온변화의 정도를 나타내는 기온의 연교차와 연평균기온을 보면 Fig. 4에 나타내는 것과 같이 부산지방기상청은 연평균기온이 15.5℃ 정도, 연교차는 23℃ 정도이며 AWS지점의 연평균기온은 14.3~15.5℃로 워터프런트지역과 내륙지역의 차이는 보이지 않는다. 그러나, Fig 4에서도 추측할 수 있듯이 연교차에서는 워터프런트지역인 영도, 가덕도, 해운대가 부산지방기상청보다 작은 22.3℃ 정도임에 비해 내륙지역인 부산진, 금정구, 동래구, 북구는 약 24℃로 영도, 가덕도, 해운대 보다 연교차가 1.7℃ 정도 큰 경향을 보이고 있다. 또, 워터프런트지역인 일광의 연교차는 23.3℃로 부산지방기상청보다 조금 크며 대연은 23.9℃로 내륙지역의 연교차와 거의 같은 값을 보이고 있다.

또, 일일 기온의 변화정도를 나타내는 일교차에 대해 부산지방기상청과 워터프런트 및 내륙지역을 비교한 것이 Fig. 5

이다. 10개 지점 모두 여름의 일교차가 작은 경향을 보이고 있으며 부산지방기상청은 연평균 일교차가 6.6℃이고 월평균 일교차가 가장 클 때가 7.7℃, 가장 작을 때가 4.7℃로 3℃ 정도의 변동폭을 보이고 있다. 월평균 일교차의 변동폭은 일광이 5℃ 정도로 가장 크며 가덕도, 부산진이 2℃, 나머지 지역은 3℃로 워터프런트지역과 내륙지역의 차는 없지만 연평균 일교차는 영도, 가덕도, 해운대가 5.5~7℃ 정도임에 반해 내륙지역은 8℃를 넘고 있어 워터프런트지역이 내륙지역에 비해 연평균 일교차가 작은 경향을 보이고 있다. 또, 일광과 대연은 연평균 일교차도 7.9℃, 10.7℃로 영도, 가덕도, 해운대에 비해 큰 값을 보이고 있다.

이와 같이 워터프런트지역이 내륙지역에 비해 여름철에 기온이 낮고 겨울에 기온이 높은 것과 일교차, 연교차가 작은 것은 바다와 육지의 열용량 차이에 기인하는 것으로 일반적으로 해안지역이 내륙지역에 비해 일교차, 연교차가 작은 경향을 가지나 부산지역 내에서 해안에서의 거리가 20km 미만에서도 이와 같은 차이가 나타나고 있다.

이와 관련하여 각 지점의 기온과 관련된 지표를 산출하여 정리한 것이 Table 4로 워터프런트지역 중 영도, 가덕도, 해운대를 I 지역, 워터프런트지역임에도 내륙적 특성을 나타내는 대연, 일광을 II 지역, 내륙지역을 III 지역으로 구분하였다.

기후적으로 겨울의 기간을 나타내는 겨울기간(중양기상대, 1985)은 부산지방기상청이 35일 정도이며 워터프런트지역인 I 지역은 이보다 조금 짧은 27~34일이나 내륙지역인 III 지역은 I 지역의 1.5배 정도 긴 40~55일이며 II 지역인 대연과 일광은 46일, 77일이다. 또, 난방기간과 추위의 정도를 나타내는 지표인 난방도일(김연옥, 1985)은 부산지방기상청이 1,755도일이며 I 지역이 1,400~1,700도일정도, II 지역과 III 지역 이 이보다 조금 높은 1,700~2,000도일정도로 내륙지역이 워터프런트 지역보다 겨울이 길고 기온이 낮다는 것을 확인할 수 있다.

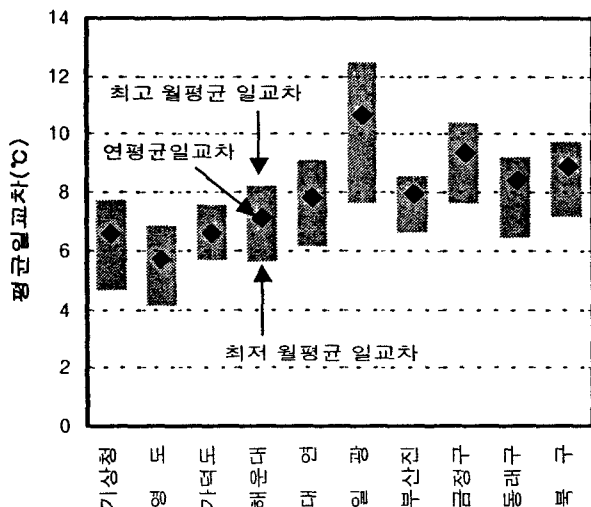


Fig. 5 Mean daily range of temperature

Table 4 Index of air temperature

	대륙도	해양도	한겨울	겨울기간	난방도일	한여름	여름기간	열대야	냉방도일	
기상청	65.4	16.5	1	35	1755	19	94	16	80	
I 지역	영도	63.8	19.6	1	34	1711	12	77	5	38
	가덕도	64.2	19.8	1	27	1433	25	91	9	57
	해운대	63.0	19.1	1	29	1630	22	91	9	59
II 지역	대연	68.0	16.8	1	46	1788	36	106	15	102
	일광	66.2	13.3	1	77	1976	36	105	4	66
III 지역	부산진	68.8	14.2	1	40	1786	46	119	19	121
	금정구	68.8	11.7	1	53	1901	47	118	10	100
	동래구	68.2	12.8	1	40	1690	43	115	16	110
	북구	68.4	8.6	2	55	1965	39	113	4	61

주) 대륙도 : 연교차/위도×100
 해양도 : (10월 평균기온-4월평균기온)/연교차×100
 한겨울 : 최저기온이 0℃이하인 날
 겨울기간 : 최저기온이 0℃이하인 날
 난방도일 : 평균기온이 18℃이하인 날의 Σ(18-평균기온)
 한여름 : 최고기온이 30℃이상인 날
 여름기간 : 최고기온이 25℃이상인 날
 열대야 : 최저기온이 25℃이상인 날
 냉방도일 : 평균기온이 25℃이상인 날의 Σ(평균기온-25)

또한 기후적으로 여름의 기간을 나타내는 여름기간(중양기상대, 1985)은 부산지방기상청이 94일이며 I 지역이 77~91일, II 지역이 106일 전후, III 지역이 110일 이상이며 특히 최고기온이 30℃ 이상인 한여름(중양기상대, 1985)은 I 지역의 12~25일에 비해 II, III 지역은 10일 이상이 많다. 또한 열대야(김연옥, 1985) 일수와 냉방기간과 더위의 정도를 나타내는 지표인 냉방도일(김연옥, 1985)도 일광, 북구를 제외하면 II, III 지역이 I 지역보다 많아 II, III 지역이 I 지역보다 여름이 길고 기온이 높다는 것을 알 수 있다.

한편, 대륙이 기온에 미치는 영향을 나타내는 대륙도(김연옥, 1985)는 부산지방기상청이 65.4이며 I 지역인 영도, 가덕도, 해운대는 부산지방기상청보다 조금 작은 63~64 정도이나 내륙 지역 III 지역은 68을 넘고 있으며 II 지역인 대연과 일광은 68과 66.2로 III 지역에 근접하고 있다.

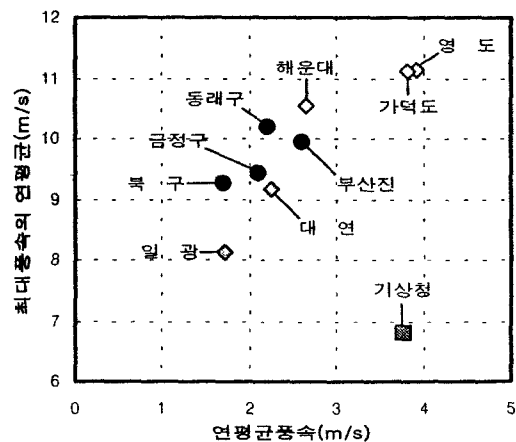


Fig. 6 Annual mean of wind speed and maximum wind speed

반대로 해양이 기온에 미치는 정도를 나타내는 해양도(김연옥,1985)는 부산지방기상청이 16.5이며 I 지역이 19 이상임에 반해 III지역은 15를 넘지 못하며 II 지역은 16.8과 13.3으로 대륙도와 같이 III지역에 근접하고 있다. 우리나라의 대륙도는 남해, 동해안이 70 정도, 개마고원 북부지역이 100 정도이며 해양도는 평안북도 초산이 최하인 2인 것(김연옥,1985)을 감안하면 부산지역 20km 미만의 거리에서의 차로서는 큰 편이라고 할 수 있을 것이다.

3.2 풍속

지점별 연평균풍속과 최대풍속의 연평균을 비교한 것이 Fig. 6이다. 부산지방기상청의 연평균풍속은 3.8m/s이며 월평균풍속은 3.0(11월)~4.1m/s(3, 4, 7월)로 1.1m/s 범위에 있어 연간풍속의 변화는 크다고 할 수 없다.

또한 최대풍속의 연평균은 약 7m/s로 타 지점보다 작은 값이나 이는 타 지점은 일최대순간풍속의 연평균인데 비해 부산지방기상청은 일일 24번 측정하는 1시간평균 중 최대값을 연평균한 값이기 때문이다.

워터프런트지역인 영도, 가덕도는 연평균풍속은 약 4m/s로 부산지방기상청보다 조금 크며 타 지점에 비해 1m/s 이상 크며 최대풍속의 연평균도 11m/s로 타 지점보다 1m/s 이상 크다.

또한 해운대는 연평균풍속이 2.6m/s 정도로 내륙지역에서 연평균풍속이 가장 큰 부산진과 거의 같은 풍속이지만 최대풍속의 연평균에서 내륙지역에 비해 0.5m/s 정도 큰 풍속을 보이고 있다. 이에 비해 내륙지역인 부산진, 금정구, 동래구, 북구는 연평균풍속이 1.7~2.6m/s, 최대풍속의 연평균이 9.2~10.2m/s로 워터프런트지역보다 풍속이 작으며 대연 및 일광은 내륙지역과 비슷한 연평균풍속을 보이나 최대풍속의 연평균은 내륙지역보다 작은 8~9m/s 정도이다.

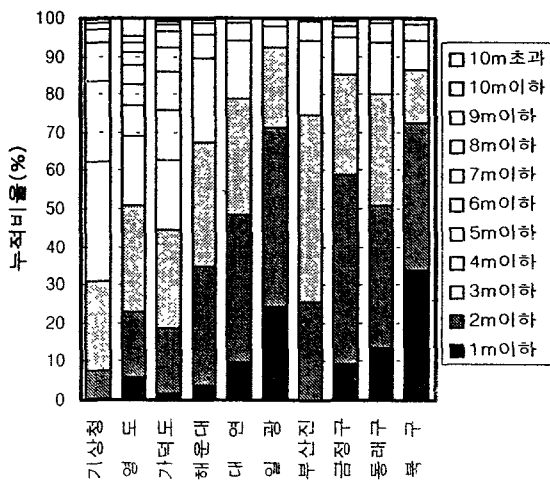


Fig. 7 Distribution of wind speed

또한 각 지점의 일평균풍속 빈도를 보면 Fig 7에 나타내는

것과 같이 내륙지역은 평균풍속이 3m/s 이하인 날이 전체의 75~87%를 차지하고 있는 반면 영도, 가덕도, 해운대는 44~67%를 차지하고 있어 내륙지역이 워터프런트지역에 비해 풍속이 약하다는 것을 확인할 수 있다. 한편, 대연과 일광도 평균풍속이 3m/s 이하인 날이 79%, 92%로 다른 워터프런트지역보다 풍속이 약함을 알 수 있다.

Table 5는 AWS지점의 폭풍일수(김연옥,1985)와 돌풍률(이경희,1999)을 비교한 것으로 폭풍일수는 영도, 가덕도, 해운대가 175~183일임에 반해 내륙지역은 이보다 30일 정도 작은 127~149일 정도이며 대연과 일광도 123일, 85일정도이다.

Table 5 Mean sensible temperature

	기상청	영도	가덕도	해운대	대연	일광	부산진	금정구	동래구	북구
봄	8.7	7.6	8.8	11.2	12.3	12.9	11.9	12.5	12.9	13.6
여름	21.8	20.0	21.4	22.2	23.7	23.6	24.1	23.9	24.3	23.4
가을	14.5	15.2	16.4	16.4	16.8	16.7	15.8	16.0	17.0	17.0
겨울	-2.0	-0.5	-2.0	2.1	2.0	4.0	-0.6	2.3	1.5	6.4
연평균	10.8	10.7	10.9	13.1	13.9	14.3	12.9	13.8	14.0	15.3

주) 체감온도

$$=33-0.047(33-기온)\times(10.45+8.69\times 풍속^{1/2}-0.755\times 풍속)$$

한편, 돌풍률은 영도, 가덕도가 3.5, 해운대가 4.5이며 내륙지역은 부산진이 3.9로 작은 값이나 금정구, 동래구, 북구는 5 이상이다. 즉, 평균풍속이 약한 내륙지역도 폭풍일수에서와 같이 빈도에서는 워터프런트지역보다 작지만 강한 풍속이 관측되는 날이 많다는 것을 알 수 있다. 또, 대연과 일광도 해운대보다 큰 4.6, 5.4의 돌풍률로 내륙지역에 가까운 돌풍률이라 생각된다.

Table 6은 각 지점의 평균기온과 평균풍속을 이용하여 평균적인 체감온도를 계산한 것으로 내륙지역과 대연, 일광이 영도, 가덕도, 해운대보다 체감온도가 높은 경향을 보이고 있다. 즉, 여름에는 워터프런트지역인 영도, 가덕도, 해운대가 기온이 낮고 풍속이 크기 때문에 체감기온이 낮아 내륙에 비해 시원하지만 겨울은 영도, 가덕도, 해운대가 기온은 높지만 풍속이 강하기 때문에 체감온도가 내륙지역에 비해 낮아지므로 강한 바람에 대한 대책이 필요하다는 것을 알 수 있다.

Table 6 Number of days with storm and gustiness factor at the automatic weather station

	영도	가덕도	해운대	대연	일광	부산진	금정구	동래구	북구
폭풍일수(일)	183	175	175	123	85	146	136	149	127
연평균돌풍률	3.53	3.50	4.30	4.55	5.35	3.92	4.99	5.48	7.85

주) 폭풍일수 : 최대순간풍속이 10m/s 이상인 날의 수

돌풍률 : 일최대순간풍속 / 일평균풍속

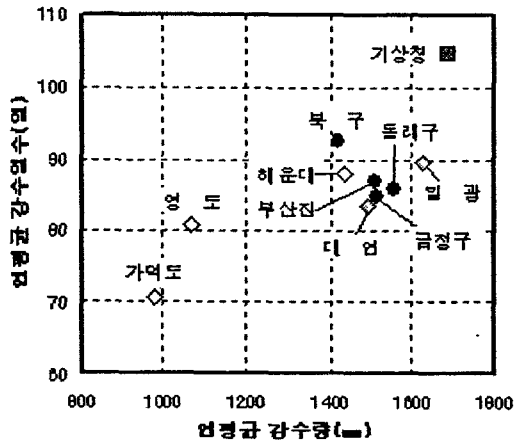


Fig. 8 Amount of precipitation and number of days with precipitation

3.3 강수량

Fig. 8은 부산지방기상청 및 AWS 관측지점의 연평균 강수량과 강수일수를 나타낸 것으로 부산지방기상청의 경우는 연평균 강수일수가 95일, 연평균 강수량이 1,500mm 정도를 나타내고 있으며 내륙지역인 부산진, 금정구, 동래구, 북구는 연평균 강수량이 1,300~1,500mm, 연평균 강수일수는 70~85일의 범위에 있다. 이에 비해 워터프런트지역인 영도, 가덕도의 경우에는 연평균 강수일수가 60일 이하이며 연평균 강수량도 900mm 이하의 낮은 값을 나타내고 있으며 해운대도 70일, 1,200mm 정도로 내륙지역에 비해 낮은 값을 보이고 있다. 한편, 워터프런트지역인 대연은 연평균 강수일수가 해운대와 거의 같은 70일 정도이나 연평균 강수량은 1,300mm 이상이며 일광은 연평균 강수일수 및 연평균 강수량이 80일, 1,400mm 이상으로 영도, 가덕도, 해운대와와는 전혀 다른 특성을 나타내고 있다.

이상의 검토에서 여름철 워터프런트지역은 내륙지역에 비해 기온이 낮고 풍속이 크기 때문에 체감온도가 낮아 시원하며 겨울철에는 워터프런트지역의 기온이 높지만 풍속이 크기 때문에 체감온도는 내륙보다 낮은 기후특성을 가진다고 할 수 있다. 또, 강수량과 강수일수도 내륙에 비해 작은 특성을 나타내고 있다. 한편, 워터프런트지역인 대연과 일광은 워터프런트지역임에도 불구하고 내륙지역에 가까운 기후특성을 나타내고 있다고 할 수 있다.

4. 워터프런트지역의 기후변화

워터프런트지역이지만 내륙지역에 가까운 기후특성을 나타낸 대연 및 일광지점의 경우는 그 지역이 본래부터 내륙적 기후특성을 가진 지역이거나 아니면 주변환경의 변화에 의해 기후특성이 변화되었을 가능성을 생각할 수 있다. 특히 대연 지점은 1982년에 부경대학교 대연 캠퍼스(구 수산대학교) 부지

로 매립된(매립면적 352,664.5m²) 지역이며 그 남동쪽의 수역이 1987년에 동국제강부지로 538,012.9m²이 매립되었으며 현재는 L사가 대규모 고층 아파트단지를 조성하고 있다.



Fig. 9 Location of measurement point and DaeYeon automatic weather station

이와 같이 주변의 광대한 수역이 매립에 의해 육역으로 변할 경우 지역의 기후특성이 변화될 가능성이 높다고 생각된다. 이에 Fig. 9와 같이 대연 지점과 거리가 가까운 해안(대연 지점과 직선거리 1km 이내)에 자동기상관측장치를 설치하여 2001년 7~8월의 기상을 관측하여 대연 지점의 기상데이터와 비교하였다.

Fig. 10은 자동기상관측장치에서 얻은 실측데이터의 2001년 7·8월 평균기온 및 평균풍속과 동기간의 각 지점의 평균기온 및 풍속을 비교한 것이다.

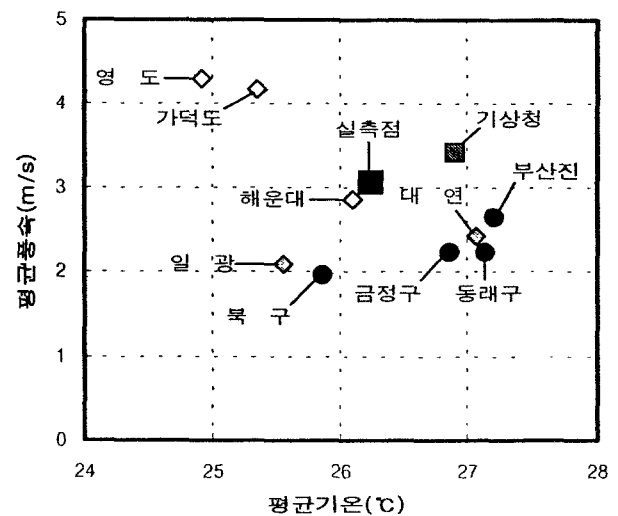


Fig. 10 Mean temperature and Mean wind speed on July August in 2001

Table 7 Mean sensible temperature and cooling degree day on July, August in 2001

	평균체감온도(°C)	냉방도일(도)
기상청	25.6	133
영도	22.6	48
가덕도	22.7	55
해운대	24.9	96
대연	26.4	144
일광	25.1	74
부산진	26.1	143
금정구	26.3	135
동래구	26.6	147
북구	25.5	85
실측점	24.9	98

앞에서 검토한 결과와 같이 영도, 가덕도, 해운대는 내륙지역에 비해 7·8월의 평균기온이 낮고 평균풍속이 큰 경향을 보이고 있다. 또한, 대연은 내륙지역과 거의 같은 평균기온과 평균풍속을 보이고 있는 반면 실측지점은 대연에 비해 1°C 정도 평균기온이 낮고 평균풍속은 1m/s 정도 크며 해운대에 가까운 결과를 보이고 있다.

또한 Table 7에 나타냈듯이 실측점의 평균체감온도는 해운대와 같은 24.9°C로 내륙지역 및 대연보다 낮으며 냉방도일도 내륙지역과 대연보다 작은 98로 해운대와 유사한 값을 보이고 있다. 또한, 일평균풍속의 비율을 나타낸 Fig. 11과 같이 일평균풍속이 해운대와 유사한 비율을 나타내고 있다.

이상의 검토에서 대연 지점에 가까운 해안부근의 실측점에서 측정된 기온 및 풍속이 워터프런트지역인 해운대와 유사하기 때문에 워터프런트지역의 기후특성을 가진다고 할 수 있으며 해안선과 1km 이내인 대연은 워터프런트지역의 기후특성을 가지고 있었으나 전연 수역의 매립에 의해 내륙지역의 기후특성으로 바뀌었을 가능성이 높다고 할 수 있다. 보다 정확한 결론을 내리기 위해서는 장기간 기상관측과 상세한 검토가 필요하리라 생각된다.

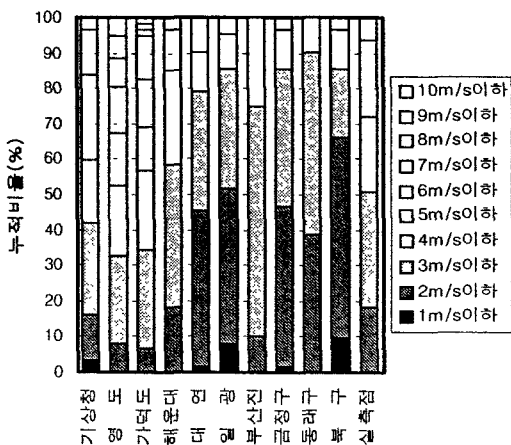


Fig. 11 Distribution of wind speed on July, August in 2001

5. 결론

본 연구에서는 기후특성에 적합한 워터프런트 계획기법의 개발을 목적으로 부산지방기상청과 AWS기상관측지점을 워터프런트지역과 내륙지역으로 분류하고 1997년부터 2001년까지 5년간의 기상데이터를 이용하여 워터프런트지역의 기후특성을 검토하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

- 1) 부산지방기상청의 월평균기온은 3.6°C~26.3°C이며 워터프런트지역은 부산지방기상청의 기온에 비해 겨울에는 0.5°C 정도 높고 여름에는 역으로 0.5°C 이상 낮은 경향을 보인다. 이와는 반대로 내륙지역은 부산지방기상청의 기온보다 겨울에 0.5°C 이상 낮고 여름에는 0.5°C 이상 높은 경향을 나타내고 있다.
- 2) 연평균기온은 14.3~15.5°C로 워터프런트와 내륙지역의 차이가 없지만 연교차는 워터프런트지역이 22.3°C이며 내륙지역은 24°C 정도로 1.7°C 정도 크며 연평균 일교차도 워터프런트지역이 5.5~7°C인데 비해 내륙지역이 1°C 이상 크다.
- 3) 내륙지역이 워터프런트지역에 비해 여름과 겨울이 10일 정도 길고 냉난방부하가 크다. 또, 워터프런트지역의 대륙도는 63~64이나 내륙지역은 68 이상이며 해양도는 워터프런트지역이 19 이상이나 내륙지역은 14.2 이하이다.
- 4) 워터프런트지역의 연평균풍속은 2.6~4m/s, 일최대풍속의 연평균은 10.5~11m/s로 내륙지역의 1.7~2.6m/s, 9.2~10.2m/s에 비해 풍속이 크며 평균풍속이 3m/s 이하인 날의 비율이 내륙지역은 75~87%, 워터프런트지역은 44~67%였다.
- 5) 워터프런트지역의 폭풍일수는 175~183일로 내륙지역의 127~149일에 비해 30일 정도 많았으며 돌풍률은 워터프런트지역이 3.5~4.5, 내륙지역은 3.9~8로 내륙지역도 워터프런트지역에 비해 빈도는 작지만 강한 풍속이 관측되는 날이 많다.
- 6) 워터프런트지역의 겨울철 기온은 내륙지역에 비해 높지만 풍속이 강하기 때문에 겨울철의 체감온도는 내륙지역의 -0.6~6.4°C보다 낮은 -2~2°C로 강한 바람에 대한 대책이 필요하다.
- 7) 내륙지역의 연평균 강수량은 1300~1500mm, 연평균 강수일수는 70~85일이며 워터프런트지역은 연평균 강수량이 1200mm 이하, 연평균 강수일수도 70일 이하이다.
- 8) 워터프런트지역의 5개소 AWS기상관측지점 중, 영도, 가덕도, 해운대는 워터프런트지역의 기후특성을 나타내나 대연과 일광은 내륙적 기후특성에 가까운 경향을 보이고 있다. 이는 수역의 매립을 비롯한 지형적인 영향이 클 것으로 추측할 수 있다.

한편 워터프런트지역이지만 내륙지역에 가까운 기후특성을 나타낸 대연지점과 거리가 가까운 해안(대연지점과 직선거리 1km 이내)에 자동기상관측장치를 설치하여 2001년 7~8월의 기

상을 관측하여 대연지점의 기상데이터와 비교하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

9) 대연은 내륙지역과 거의 같은 평균기온과 평균풍속을 보이고 있는 반면 실측지점은 대연에 비해 1℃ 정도 평균기온이 낮고 평균풍속은 1m/s 정도 크며 워터프런트지역의 기후특성을 나타낸 해운대에 가까운 결과를 보이고 있다. 또한 실측점의 평균체감온도는 24.9℃, 냉방도일은 98로 해운대와 유사한 값을 보이고 있고 일평균풍속의 비율도 해운대와 유사한 비율을 나타내고 있다. 따라서 대연지점은 본래 내륙적 기후특성을 가진 지역이 아니라 전면 수역의 매립에 의해 내륙지역의 기후특성으로 바뀌었을 가능성이 크다고 추측할 수 있다.

본 연구를 통해 워터프론트에서 전면 수역의 매립이 배후 육지의 기후특성에 영향을 미치고 기후 변화를 일으킬 수 있음을 충분히 예상할 수 있으며 이를 명확히 하기 위해서는 다양한 지형적 특성을 가진 여러 군데의 워터프론트를 대상으로 장기간의 기상관측에 따른 상세한 연구가 이루어져야 한다.

후 기

이 논문은 2000년도 해양수산부 해양한국발전프로그램의 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

- [1] 김연옥(1985), 한국의 기후와 문화 -한국 기후의 문화 역사적 연구, 이화여자대학교 출판부
- [2] 이경희(1999), 건축환경계획, 문운당
- [3] 중앙기상대(1985), 한국기후편람, 중앙기상대
- [4] 케이웨더 홈페이지(<http://pop.kweather.or.kr>), 기상교실
- [5] 横内憲久,ウォーターフロント計畵研究会編(1998),ウォーターフロントの計畵ノート, 共立出版(株)
- [6] 木内豪(1999), 水邊と微氣象, 藤原宣夫 編, 都市に水邊おつくる, 技術書院
- [7] 日本經濟新聞(1989. 6. 14), 水際開發 高層ビルが都心の溫度を上げる
- [8] 日本建築學會(1991), 海洋建築と環境 -計畵のための環境の視点-, (社)日本建築學會
- [9] Ken-ichi Narita, etc.(2002), 都市氣候に及ぼす河川水の熱的影響に関する實測研究, 日本建築學會構造系論文集, 第545号, pp 1117-1118
- [10] Kenji Hotta(1993), 砂浜海岸における海塩粒子の發生に関する研究, 日本建築學會構造系論文集, 第444号, pp207-213

원고접수일 : 2002년 8월 13일

원고채택일 : 2002년 9월 3일

한국항해항만학회지 (2002), 26: 465-472