

부산해안지역 워터프런트의 기후환경변화 연구

- 해운대, 광안리를 대상으로 -

도근영* · 박수용†

*한국해양대학교 해양공간건축학부 부교수, † 한국해양대학교 해양공간건축학부 부교수

Study on change of Climate Environment at Waterfront in Busan

- About Haeundae and Gwanganli -

Geun-Young Doe*, Soo-Yong Park†

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

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

요 약 : 워터프런트의 온화한 기후특성과 함께 자연이나 개방성 그리고 그러한 것들을 포함하는 축제성이 시민 생활환경의 질 향상이라는 요구에 대응하기에 적합한 공간이라는 특징 때문에 부산에서는 해안지역 워터프런트의 개발이 수익의 극대화를 위해 초고층 건축물 위주로 개발이 진행되고 있다. 그러나 이러한 초고층 위주의 개발은 토지피복의 변화와 더불어 풍속을 약화시키기 때문에 개발에 의해 기후특성이 변화될 가능성이 크다고 할 수 있다. 본 연구에서는 초고층 개발에 따른 워터프런트의 기후변화를 파악하기 위해 최근 초고층 건축물 위주의 개발이 집중되고 있는 부산의 해운대 지역을 대상으로 개발 전후의 기후특성을 비교 검토하여 개발 이후 해운대의 겨울에 따뜻하고 여름에 시원한 해안지역 기후특성이 변화하여 여름의 기온상승이 현저하며 열대야일수가 증가하였음을 밝혔다.

핵심용어 : 부산해안지역, 워터프런트, 기후변화, 도시환경, 기온, 풍향, 풍속

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 : seaside of Busan, Waterfront, climate change, Urban Environment, Air temperature, Wind velocity, Wind direction

1. 서 론

부산은 바다라는 지형적 특성 때문에 다른 내륙의 도시에 비해 겨울에 따뜻하며 여름은 시원한 온화한 기후특성을 가지고 있다. 또한 같은 부산이라 하더라도 해안지역의 워터프런트는 내륙에 비해 겨울이 따뜻하고 여름에 시원한 기후특성을 가지고 있다(도와 4인, 2002). 이와 같이 해안지역의 워터프런트는 온화한 기후특성과 함께 자연이나 개방성 그리고 그러한 것들을 포함하는 축제성이 시민 생활환경의 질 향상이라는 요구에 대응하기에 적합한 공간(Bay area 硏究會, 1991)이라는 특징을 가지고 있어 해외에서는 워터프런트의 개발이 활발히 진행되고 있으며 국내의 연안도시에서도 워터프런트의 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 있으며 상기와 같은 많은 장점들로 인해 개발에 따른 수익을 극대화하기 위해 초고층 건축물 위주로 개발이 진행되고 있다.

그러나 이러한 초고층 위주의 개발은 토지피복의 변화와 더불어 풍속을 약화시키기 때문에 개발 이후 기후특성이 변화될 가능성이 크다고 할 수 있다.

본 연구에서는 초고층 개발에 따른 워터프런트의 기후변화를 파악하기 위해 최근 초고층 건축물 위주의 개발이 집중되고 있는 부산의 해운대 지역을 대상으로 개발 전후의 기후특성을 비교 검토하였다.

* 주저자 : 도근영(중신회원), gydoe@hhu.ac.kr 051)410-4583

† 교신저자 : 박수용(정회원), sypark@hhu.ac.kr 051)410-4588

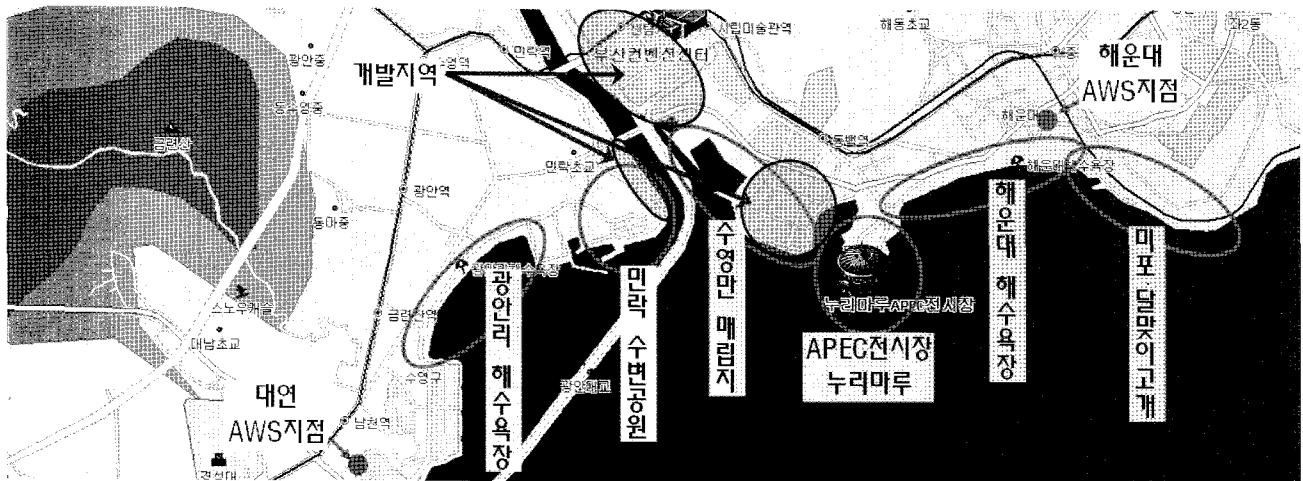


Fig. 1 Area of investigation

Table 2 Main buildings at Suyoungman reclaimed land and Sentum area(after 2000)

건축물명	용도	층수	완공년도
현대 카멜리아 오피스	아파트	32층	2001년
카아저빌 오피스텔	아파트	14층	2004년
현대 베네시티	아파트	37층	2005년
더샵 해운대 아델리스	아파트	47층	2006년
해운대 하이페리온	아파트	40층	2006년
대우 트럼프월드 센텀	아파트	37층	2006년
대우 트럼프월드 센텀II	아파트	37층	2006년
대우 월드마크 해운대	콘도	39층	2006년
해운대 오르듀	일반호텔	33층	2006년
해운대 센텀호텔	일반호텔	21층	2007년
대우 트럼프월드 마린	아파트	41층	2007년
두산 위브 포세이돈	아파트	47층	2007년
롯데백화점	백화점	10층	2007년
신세계백화점	백화점	14층	2009년
롯데 갤러리아 센텀	아파트	38층	2009년
이안 해운대 엑소디움	아파트	45층	2009년
리더스 마크	아파트	44층	2010년예정

2. 대상 지역의 개발 실태

본 연구에서 대상으로 하고 있는 해운대~광안리지역은 부산의 대표적인 해안지역 워터프런트로 전면에 수영장과 바다, 후면에 장산이 있어 뛰어난 자연경관을 가지고 있으며 Fig. 1에 나타내는 것과 같이 미포·달맞이고개, 해운대해수욕장, APEC 회회장(누리마루), 수영만 매립지, 민락수변공원, 광안리해수욕장 등의 워터프런트, 수영만 요트경기장, 신세계백화점, 롯데백화점 및 각종 대형마트가 밀집되어 있어 거주지로서 또 관광지로서 관심이 집중되고 있다.

이러한 여건으로 인해 수영만 매립지~센텀지구에는 2000년대에 들어서 개발이 집중되고 있으며 Table 1에 나타낸 것과 같이 30층 이상의 고층아파트들이 많이 건설되었으며 80층 이상의 초고층 주상복합 아파트 단지가 건설 중에 있으며 2개의 100층 이상의 건축물도 계획 중에 있다.

수영만 매립지~센텀지구에 건설된 건축물을 지도에 나타낸 것이 Fig. 2로 1990년대에 건설된 대우마리나, 경남마리나, 동부올림픽타운 등 15~20층 높이의 아파트단지(푸른색 표시)의 좌우로 30층 이상의 고층건물들이 2000년대에 건설되었으며 수영만 건너에 건설된 30층 규모의 대우 민락푸르지오와 롯데 자이언트캐슬 아파트를 포함하면 해운대의 남서측(광안리의 북동측)이 마치 건축물의 병풍으로 막혀 있는 상황이며(Fig.3) 건설 중이거나 계획되고 80~100층 규모의 건축물이 완공된다면 건축물의 병풍은 더욱 높아지게 된다.

3. 기상데이터의 개요 및 검토방법

검토 대상지역에는 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 광안리의 남서쪽에 대연AWS지점이, 해운대의 북동쪽에 해운대AWS지점이 있으며 수영만 요트경기장에 수영만AWS지점이 있다. 수영만 AWS지점의 경우 이 지역의 본격적인 개발 이후인 2002년부터 측정을 개시하였기 때문에 검토에서 제외하였으며 해운대 AWS지점은 Table 2에 나타낸 것과 같이 2007년 12월에 관측지점을 이동하였기 때문에 관측점 이동에 따른 영향이 없도록

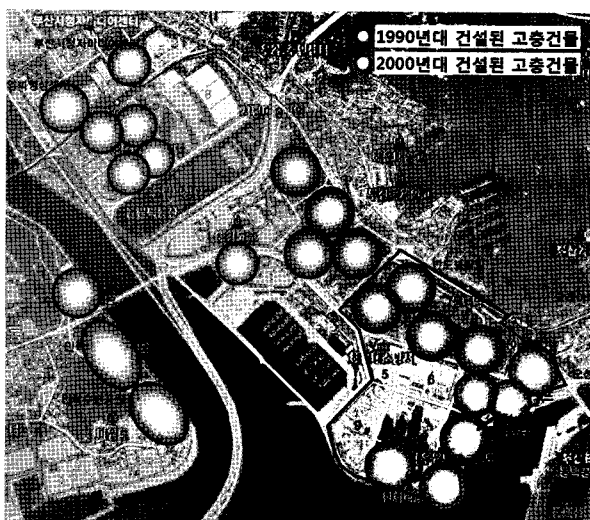


Fig. 2 Location of Main buildings at Suyoungman reclaimed land and Sentum area

2006년까지의 기상데이터를 검토에 이용하였다. 또한 Table 1에 나타난 것과 같이 수영만 매립지~센텀지구의 초고층 건축물은 대부분 2004년 이후에 완공되었기 때문에 건설공기를 36개월로 가정한다면 2002년부터 공사가 시작되었다고 생각할 수 있으므로 2002년 전후의 10년을 검토대상 기간으로 하고 1997년~2001년의 5년간을 개발 이전, 2002년~2006년의 5년간을 개발 이후로 나누고 각 기간의 기상데이터의 평균을 비교함으로써 개발에 따른 기후변화를 파악하였다.

한편 각 기간동안에 발생한 기상이변의 영향을 최소화하기 위해 부산기상대와 해안지역의 워터프런트이면서도 비교적 개발이 적었던 영도지역의 AWS지점의 기상데이터도 함께 검토하였다. Table 2는 각 기상관측지점의 개요이며 검토항목은 AWS지점의 관측항목인 기온, 풍속, 풍향, 강수량의 4개 항목으로 하였다.

4. 기후환경변화 고찰

4.1 기온 및 강수량의 변화

Fig. 4는 부산, 대연, 해운대, 영도의 개발 전후 각 5년간의 기온데이터를 통계 처리하여 연평균기온, 최고 및 최저기온의 평균(이하 연평균기온, 최고기온, 최저기온)을 나타낸 것이다. 부산의 경우 1997~2001년보다 2002~2006년의 연평균기온과 최고 및 최저기온이 약 1°C정도 낮아진 반면 해운대와 대연은 1997~2001년보다 2002~2006년의 연평균기온과 최고 및 최저기온이 조금 상승한 것으로 나타났다. 특히 최고 및 최저기온의 상승은 여름과 겨울의 기온이 개발 후에 높아졌다는 것을 의미한다.



Fig. 3 Photograph of Suyoungman reclaimed land and Sentum area

Table 4 Locations of the weather observation points

지 점	관측위치(주소)
부산기상대	구 부산지방기상청(중구 대청동)
대연AWS	부경대학교 대연캠퍼스(남구 대연3동)
해운대AWS	해운대구청(해운대구 중동, 2007.12 관측지점이동)
영도AWS	대중대초등학교(영도구 동삼2동)

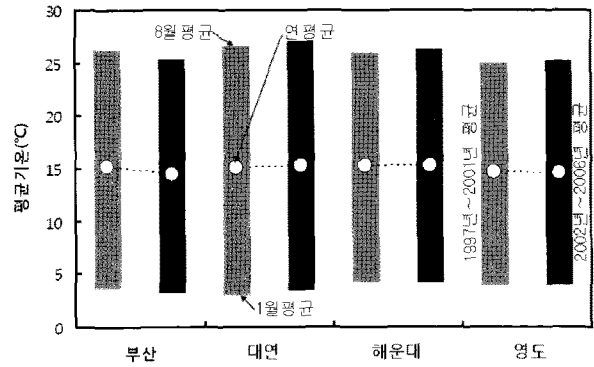


Fig. 4 Annual mean, mean maximum and mean minimum temperature in each period

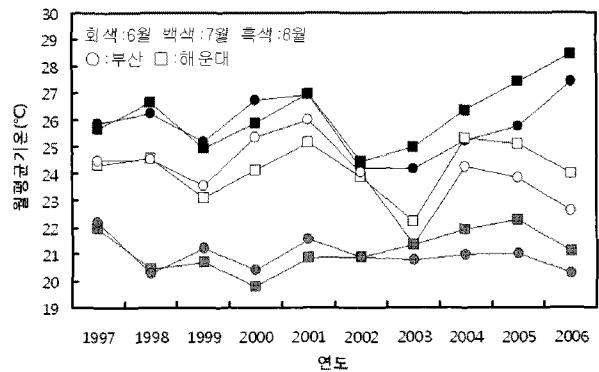


Fig. 5 Change of monthly mean temperature at Busan and Haeundae on summer season

Fig. 5는 부산과 해운대의 6~8월 월평균기온의 추이를 나타낸 것이다. 1997~2001년에는 해운대의 월평균기온이 부산보다 낮게 나타나는 경향이 보이거나 2002년 이후부터 해운대의 기온이 부산보다 높아진 것을 알 수 있다.

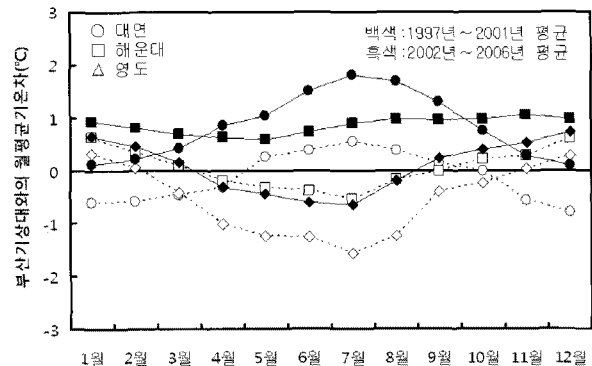


Fig. 6 Monthly mean of temperature difference between Busan regional meteorological office and automatic weather station

부산과의 월평균기온차를 구하여 그래프로 나타낸 것이 Fig. 6이다. 1997~2001년에는 해운대와 영도 경우 월평균기온이 겨울에 부산보다 높으며 여름에는 반대로 부산보다 낮은 U형의

곡선을 나타내고 있으며 대연의 경우는 부산보다 겨울에 춥고 여름에 더운 \cap 형의 곡선을 나타내고 있다. 그러나 2002~2006년에는 개발이 비교적 적었던 영도의 경우는 U형의 곡선을 유지하고 있는 반면 개발이 활발했던 해운대는 연중 부산보다 1°C정도 월평균기온이 높게 나타나 거의 직선에 가깝게 바뀌었다. 한편 대연의 경우는 \cap 형 곡선을 유지하고 있으나 연중 부산보다 월평균기온이 높게 나타나고 있다.

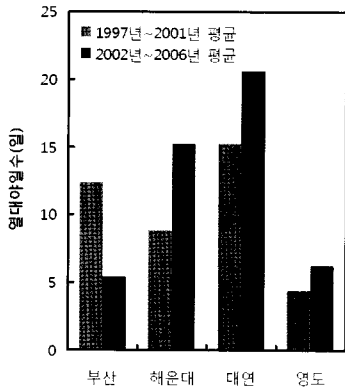


Fig. 7 The number of tropical night

Table 4 Index of air temperature

항목	기간	부산	대연	해운대	영도
여름기간	1997년~2001년	109.6일	107.8일	90.0일	63.4일
	2002년~2006년	89.4일	110.4일	99.2일	61.2일
한여름	1997년~2001년	28.2일	34.8일	18.2일	5.2일
	2002년~2006년	19.0일	39.2일	28.6일	10.0일
겨울기간	1997년~2001년	38.6일	47.4일	28.8일	32.8일
	2002년~2006년	43.0일	49.0일	35.0일	34.0일
한겨울	1997년~2001년	0.8일	1.2일	0.6일	1.0일
	2002년~2006년	1.0일	0.8일	0.6일	0.8일

(주) 여름기간 : 최고기온이 25°C 이상인 날
 한여름 : 최고기온이 30°C 이상인 날
 겨울기간 : 최저기온이 0°C 이하인 날
 한겨울 : 최고기온이 0°C 이하인 날

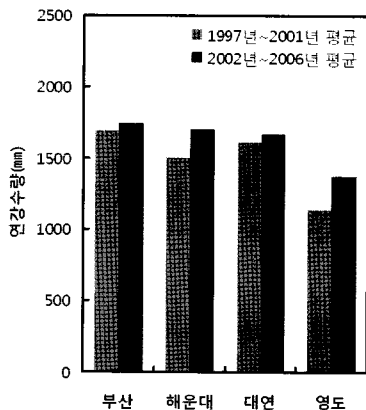


Fig. 8 Amount of precipitation at each period

Fig. 7과 Table 3은 열대야일수)와 여름 및 겨울기간을 비교한 것으로 열대야의 경우 12.4일(1997~2001년)에서 5.4일(2002~2006년)로 감소한 반면 해운대는 8.8일에서 15.2일로, 대연은 15.2일에서 20.6일로 증가하고 있다. 또한 부산의 경우 여름기간과 한여름이 감소한 반면 대연과 해운대는 증가하고 있으며 특히 해운대의 한여름은 10일정도 증가하고 있어 여름철의 기온 상승이 현저함을 알 수 있다.

Fig. 8은 각 지점의 연강수량을 비교한 것으로 부산의 경우 1997~2001년의 연강수량이 1,689mm, 2002~2006년에 1,738mm로 조금 증가한 반면 해운대는 1,500mm에서 1,701mm로 연강수량이 부산보다 큰 폭으로 증가하였으나 영도의 연강수량이 1,139mm에서 1,374mm로 증가하고 있어 개발에 의한 변화라고 보기는 어렵다.

4.2 풍속 및 풍향 변화

1997~2001년과 2002~2006년의 월평균풍속을 Fig. 9와 Fig. 10에 나타낸다. 전반적으로 각 지점의 월평균풍속은 1997~2001년에 비해 2002~2006년의 풍속이 약해지고 있다. 부산의 경우 5~8월의 풍속의 감쇠가 0.5m/s 이상이며 3월, 9월 10월에 0.4m/s 이상으로 나타났으며 해운대는 6~9월의 풍속 감쇠 0.4m/s 이상으로 상대적으로 크게 나타났다(Fig. 9). 또한 대연은 5월, 8월, 9월, 11월을 제외한 달에 0.3m/s 이상 월평균풍속이 감쇠하고 있으나 영도의 경우는 10~12월에 풍속이 증가되었으며 6월과 7월에 1m/s 이상 풍속이 감쇠한 것으로 나타났다.

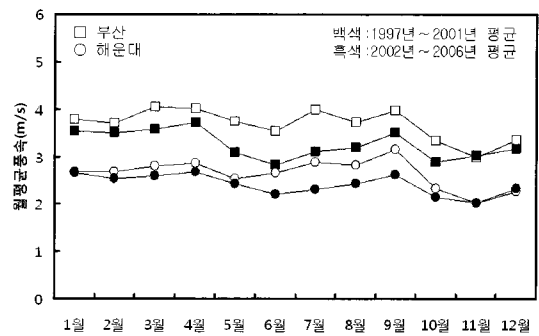


Fig. 9 Monthly mean of wind speed at Busan and Haeundae

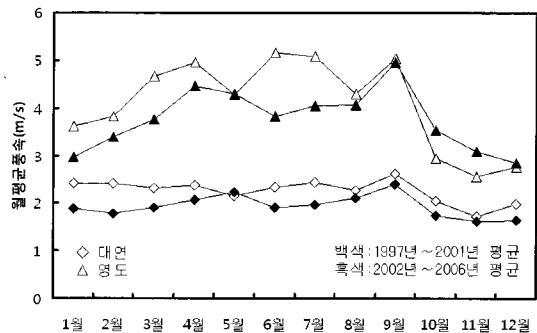


Fig. 10 Monthly mean of wind speed at Daeyeon and Yeongdo

1) 최저기온이 25°C 이하인 날

부산의 풍속감쇠를 고려하면 해운대와 대연의 풍속감쇠는 개발에 의한 것이라 단정 짓기 어렵지만 해운대 및 대연의 여름철 기온상승이 현저한 점을 생각하면 풍속의 변화에 대해 좀더 자세한 검토가 필요하다고 할 수 있다.

Fig. 11은 1997~2001년, 2002~2006년의 각 지점 연간 풍향을 나타낸 것으로 부산의 경우는 1997~2001년에 비해 2002~2006년도의 북풍계열의 풍향이 조금 동측으로 편향되어 북풍, 북북동풍이 북북동풍과 북동풍으로 바뀌었으나 비율은 유사하게 나타났다. 또한 영도의 경우도 북풍계열의 바람이 동쪽으로 편향되어 북북서, 북풍이 북, 북북동으로 바뀌었으며 남남서를 중심으로 한 남풍계열의 바람 비율이 조금 많아진 것으로 나타났다. 한편 대연의 경우는 북북서풍을 중심으로 한 북풍계열과 남남서풍을 중심으로 한 남풍계열의 바람이 시계방향으로 편향되어 북북동풍 중심의 북풍계열과 남서풍 중심의 남풍계열로 바뀌었으며 비율이 조금 증가한 것으로 나타났다. 이에 비해 해운대의 경우는 풍향의 편향은 없는 반면에 주풍향인 북북동풍의 비율이 5%정도 감소한 것으로 나타났다.

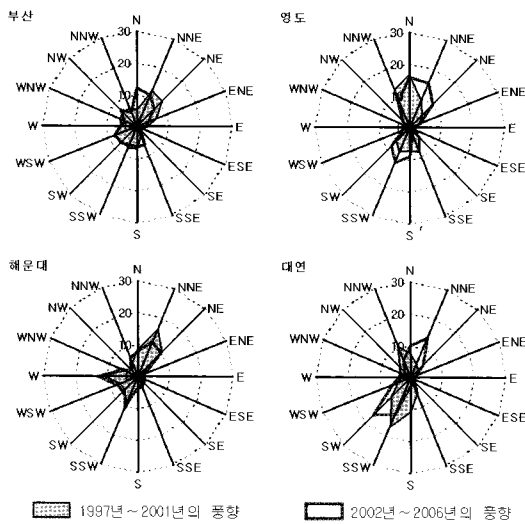


Fig. 11 Rate of frequency of wind directions

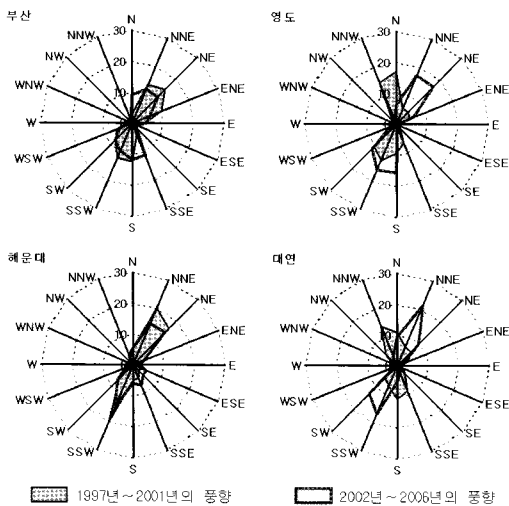


Fig. 12 Rate of frequency of wind directions at summer

Fig. 12는 여름철(6~8월)의 풍향을 비교한 것이다. 1997~2001년의 경우 부산과 해운대는 북북동을 중심으로 한 북풍계열과 남남서를 중심으로 한 남풍계열의 바람으로 나뉘고 있으며 영도와 대연은 북북서를 중심으로 한 북풍계열과 남남서 및 남을 중심으로 한 남풍계열로 풍향이 나뉘고 있다. 2002~2006년은 네 지점 모두 북북동을 중심으로 한 북풍계열과 남남서를 중심으로 한 남풍계열의 바람으로 영도와 대연의 풍향이 시계 방향으로 편향된 것으로 나타났다.

한편 풍향의 비율을 보면 부산은 북풍계열이 4% 정도 감소한 반면 남풍계열이 4% 정도 증가하고 있으며 영도는 북풍계열은 변화 없으나 남풍계열이 5% 정도 증가하고 있다. 또한 대연은 북풍계열이 1% 정도, 남풍계열이 5% 정도 증가하고 있는 반면 해운대는 북풍계열이 7% 정도 남풍계열이 5% 정도 감소하고 있다. 이상과 같이 여름철 해운대를 제외한 지점은 남풍계열의 바람이 증가하는 반면 해운대는 남풍계열의 바람이 감소하고 있으며 해운대의 남풍계열 바람이 감소하는 원인이 남서측의 초고층 개발에 의한 영향일 가능성이 크다고 생각된다.

Fig. 13은 1997~2001년과 2002~2006년의 연평균기온과 연평균풍속을 이용하여 각 지점의 기후변화 경향을 나타낸 것으로 부산과 영도는 연평균기온과 연평균풍속이 모두 낮아진 반면 대연과 해운대는 연평균풍속은 약해졌지만 연평균기온은 상승한 것으로 나타났다. 대연의 경우는 2000년 이전에 해안지역에 25층 높이의 LG메트로시티 아파트 단지가 건설되었으며 주변에 15층 이상의 아파트 단지가 산재하고 있어 해안지역이면서 해안지역의 특성인 여름에 시원하고 겨울에 따뜻한 기후특성이 겨울에 춥고 여름에 더운 내륙지역의 기후특성으로 바뀌었고 시간이 지날수록 내륙지역의 특성이 강화되고 있으며 해운대는 해안지역의 기후특성이 내륙지역의 기후특성으로 바뀌고 있다고 생각된다.

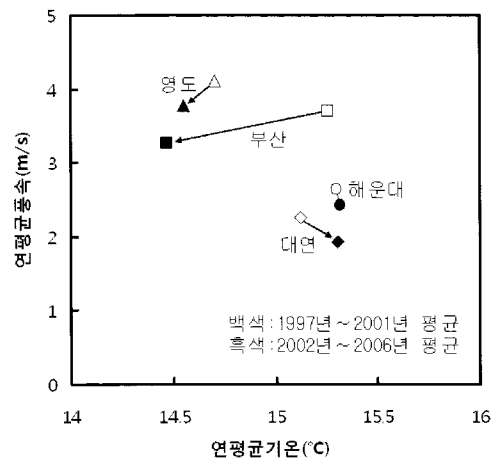


Fig. 13 Annual mean temperature and annual range

따라서 해운대가 여름에 시원하고 겨울에 따뜻한 해안지역의 기후특성을 유지하기 위해서는 기후변화에 대한 상세한 연구를 통해 변화의 원인을 명확히 하고 그 대책을 시급히 마련할 필요가 있다고 하겠다.

5. 결 론

본 연구에서는 부산기상청, 해운대, 대연 및 영도 AWS지점의 기상데이터를 이용하여 부산의 수영만 매립지~센터지구의 개발에 의해 해운대 및 대연지역의 기후변화에 검토하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1) 1997~2001년에는 해운대와 영도 경우 월평균기온이 겨울에 부산보다 높으며 여름에는 반대로 부산보다 낮은 해안지역 기후특성을 나타내고 있으며 대연은 부산보다 겨울에 춥고 여름에 더운 내륙지역 기후특성을 나타내고 있다. 그러나 2002~2006년에는 개발이 비교적 적었던 영도의 경우는 해안지역의 기후특성을 유지하고 있는 반면 개발이 활발했던 해운대는 연중 부산보다 월평균기온이 1℃ 정도 높게 나타나 거의 직선에 가깝게 바뀌었다. 한편 대연의 경우는 내륙지역 기후특성이 강화되어 연중 부산보다 월평균기온이 높게 나타나고 있다.

2) 열대야일수는 부산이 12.4일(1997~2001년)에서 5.4일(2002~2006년)로 감소한 반면 해운대는 8.8일에서 15.2일로, 대연은 15.2일에서 20.6일로 증가하고 있다. 또한 부산의 경우 여름기간과 한여름이 감소한 반면 대연과 해운대는 증가하고 있으며 특히 해운대의 한여름은 10일정도 증가하고 있어 여름철의 기온상승이 현저함을 알 수 있다.

3) 부산의 경우 5~8월의 풍속의 감쇠가 0.5m/s 이상이며 3월, 9월 10월에 0.4m/s 이상으로 나타났으며 해운대는 6~9월의 풍속 감쇠 0.4m/s 이상으로 나타났으나 부산의 풍속감쇠를 고려하면 해운대와 대연의 풍속감쇠는 개발에 의한 것이라 단정 짓기 어렵다. 단, 해운대 및 대연의 여름철 기온상승이 현저한 점을 생각하면 풍속의 변화에 대해 좀더 자세한 검토가 필요하다고 할 수 있다.

4) 여름철의 풍향 비율을 보면 부산, 영도, 대연은 남풍계열이 4~5% 증가하고 있는 반면 해운대는 북풍계열이 7% 정도 남풍계열이 5% 정도 감소하고 있다. 이상과 같이 여름철 해운대를 제외한 지점은 남풍계열의 바람이 증가하는 반면 해운대는 남풍계열의 바람이 감소하고 있는 것은 남서측의 초고층 개발에 의한 영향일 가능성이 크다고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 기상청(2008), <http://www.kma.go.kr>.
- [2] 기상청(1997-2006), 기상연보.
- [3] 기상청(1997-2006), 기상월보.
- [4] 기상청(1997-2006), 자동기상관측자료.
- [5] 김연옥(1985), 한국의 기후와 문화-한국 기후의 문화 역사적 연구, 이화여자대학교 출판부.
- [6] 도근영, 이한석, 고성철, 현범수, 유종수(2002), "부산지역 워터프론트의 기후특성에 관한 연구", 한국향해항만학회지 제 26권 4호, pp.465-472.
- [7] 日本建築學會(1993), 都市の風環境評価と計畫, 丸善(株), p. 45.
- [8] Bay area 研究會(1991), ウォータフロン트의計畫とデザイ

ン, 新建築別冊新, 建築社, pp. 8-9.

- [9] 横内憲久, ウォータフロン트計畫研究會編(1998), ウォータフロン트의計畫ノート, 共立出版(株), pp. 24-25.

원고접수일 : 2009년 11월 2일

심사완료일 : 2010년 1월 7일

원고채택일 : 2010년 1월 13일