

워터프런트 지역 고층아파트의 해염분포에 관한 연구

A study on Sea-salt distribution of High-rise Apartments in Waterfront Area

도근영* 이한석** 송화철***
Doe, Geun-Young Lee, Han-Seok Song, Hwa-Cheol

Abstract

The purpose of this study is to investigate the concentration of sea-salt distribution giving great characteristic environmentally. Therefore the field measurement was conducted to target high-rise apartments constructing in reclaimed land of Busan and measured the concentration of sea-salt by means of distance and height of high-rise apartments from coast.

The results of this study were as follows ; 1) The more a horizontal distance is far from coast, the more concentration sea-salt become low. But this study can not draw conclusion exactly as differ from a tendency of the thing close to the coast and the land. 2) In the near seaside, No.132 apartment accords existing research result that in difference of the concentration of sea-salt by height, the more height is high, the more that is high. But in seaside, No.117 apartment of middle point appears that the upper story and the lower story than middle story. Once more, in inland, No.132 apartment and No.117 apartment tend toward opposite it of the seaside.

The reason that the result of this measurement and existing study is not agreement is thought that it occurs to turbulent flow between apartments by construction of high-rise apartments group.

Keywords : Waterfront, High-rise Apartment, Sea-salt

1. 서론

지금까지 국토의 확장, 좁은 국토의 효율적 이용이라는 측면에서 대규모 매립사업이 이루어져 왔으며 현재에도 크고 작은 매립이 진행 또는 계획되고 있다. 이와 같은 연안역의 매립은 경제적인 측면과 해역의 유효이용 측면에서 불가피한 선택이라 할 수 있다.

한편, 경제발전에 따른 생활의 쾌적성에 대한 다양한 요구에 대응하기 위해 갑갑한 도시생활에서 손쉽게 자연과 접할 수 있는 워터프런트의 개발이 주목받고 있으며 이는 비교적 자유로운 개발이 가능하고 대규모의 토지를 얻기 쉬운 점, 질 높은 자연환경 등과 같은 이유 때문에 생활환경의 질에 대한 요구가 높아질수록 매립지를 포함한 워터프런트의 개발은 가속화될 것으로 생각된다.

그러나 매립지나 워터프런트는 도심부 혹은 내륙지역에 비해 강한 바람, 과다한 일사조건, 해염을 포함한 습기라는 기후적 약조건을 가지고 있으며 이 때문에 워터프런트(매립지)를 개발할 경우에는 자연환경 및 기후특성을

파악하여 여기에 적합한 개발이 이루어져야 하며 혹독한 자연환경 속에서 사용하는 건물에 대한 체계적인 유지관리가 필요하다. 이와 같이 워터프런트(매립지)의 지형적, 기후적 특성을 충분히 검토하지 않고 개발을 추진할 경우 기후환경의 악화와 더불어 시설의 하자발생 등의 문제가 발생하게 된다.

따라서 쾌적한 워터프런트의 개발을 위해서는 자연환경 및 기후특성에 대한 조사 연구가 선행되어야 하지만 국내에서는 이와 관련된 연구가 많지 않으며 특히 대기 중의 해염 농도 등에 대한 연구는 전무에 가까운 실정이다.

본 연구에서는 워터프런트(매립지)의 대표적인 환경특성이라 할 수 있는 대기 중의 해염농도에 주목하여 워터프런트를 고층 건물군으로 개발할 경우 해염농도 분포를 검토하는 것을 목적으로 부산의 워터프런트 지역에 건설 중인 고층 아파트단지를 대상으로 해안으로부터의 거리와 높이에 따른 대기 중의 해염농도를 측정하여 그 분포를 검토하였다.

2. 실측조사의 개요

본 연구에서 실측실험의 대상지로 선정된 곳은 그림 1에 나타내는 것과 같이 부산시 수영구 용호동에 위치한

* 한국해양대학교 해양공간건축학부 부교수, 공학박사

** 한국해양대학교 해양공간건축학부 교수, 공학박사

*** 한국해양대학교 해양공간건축학부 부교수, 공학박사

매립지로 측정 당시(2001년 8월 24일~9월 12일) L건설사가 대규모 고층아파트 단지로 조성하고 있는 곳(현재 아파트 단지 건설 완료)으로 북동측만이 바다(남천만)를 면하고 있다. 아파트의 층수는 22층~25층으로 구성되어 있으며 검은색으로 칠해진 것이 측정 당시 완공된 건물이며 회색으로 칠해진 건물은 측정 당시 공사 중으로 5층 정도의 높이였다.

해염의 이동은 그 지역의 풍향 및 풍속에 크게 영향 받기 때문¹⁾에 그림에 나타낸 것과 같이 아파트와 거리가 떨어진 지점에 지상 7m 정도의 높이에서 자동기상관측장비*를 설치하여 풍향 및 풍속 등 기상데이터를 10분 간격으로 수집하였다. 또한, 해안으로부터 100m 정도 떨어진 132동과 680m 정도 떨어진 117동, 1000m 떨어진 107동의 상층(24층), 중층(12층), 하층(1층) 각각 두 지점에서 해염을 포집하였다. 특히, 그림 2.에 나타내는 것과 같이 각 동의 해안에 면한 쪽과 내륙을 면한 쪽에서 해염농도에 차이가 있을 것으로 예상되어 각 동의 해안과 내륙에 면한 양면에서 해염을 포집하여 해염을 포집한 지점은 총 36개 지점이었다.

해염의 포집에 있어서는 JIS Z2381 옥외폭포시험방법 중 염분입자 포집에 대한 부분에 따라 그림 3.에 나타내는 것과 같이 10×10cm의 포집틀을 목재로 제작하였으며 포집재료로서는 여과지와 가제의 2가지 종류를 사용하였다.

해염의 포집기간은 표 1.에 나타내는 것과 같이 여과지를 이용하여 7일간과 3일간 해염을 포집하였으며 가제를 이용한 경우는 1일간의 포집으로 2회 실시하였다.

포집기구로 포집한 해염농도의 분석은 부경대의 대기환경과 학과 이동인 교수 연구실에 의뢰하여 이온크로마토그래피를 이용한 염화이온의 농도 분석을 행하였으며 그림 4.에 나타내는 것과 같이 필터의 종류에 따라 2가지 방법으로 나누어 분석하였다.

표 1. 해염 포집기간 및 포집지점 수

	포집재료	포 집 기 간	포 집 지 점		
			해안측	내륙측	합 계
①	여과지	7일간 (2001.8. 24- 8. 31)	18	18	36
②	여과지	3일간 (2001. 9. 1 - 9. 3)	18	18	36
③	가 제	1일간 (2001. 9. 11)	9	9	18
④	가 제	1일간 (2001. 9. 12)	18	0	18

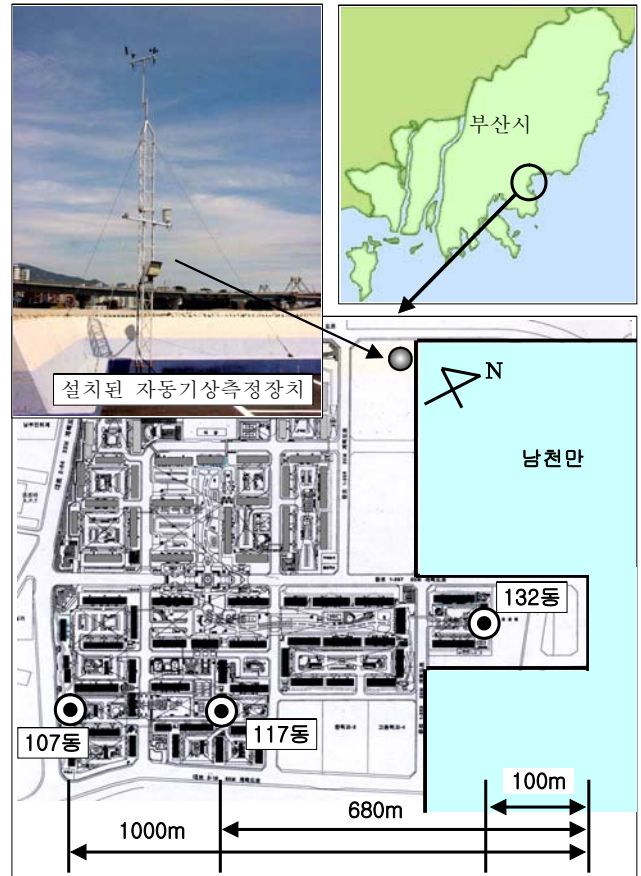


그림 1. 실측현장 및 측정위치

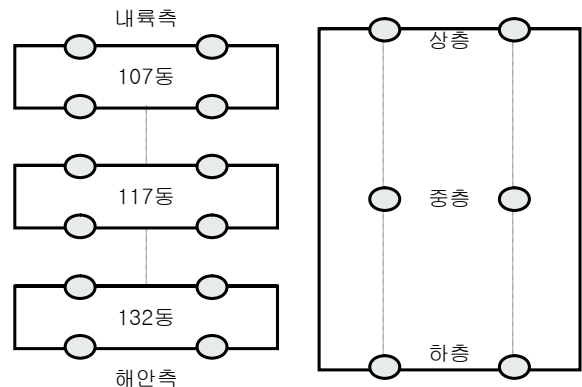


그림 2. 해염의 포집위치

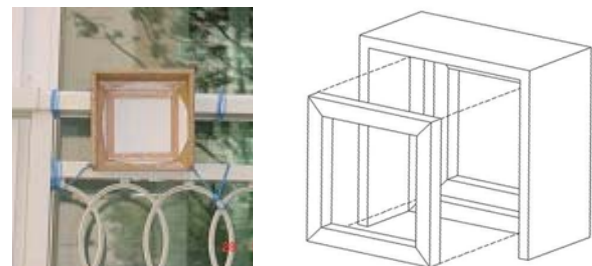


그림 3. 해염포집기구

* 기상청의 AWS와 동일 기종, 진양공업주식회사 제작

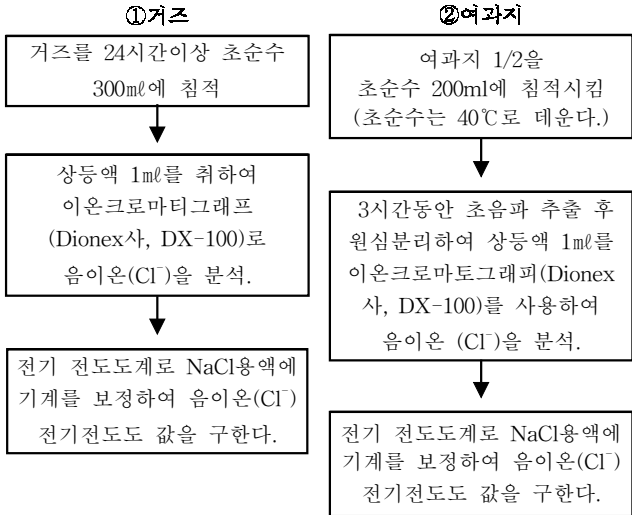


그림 4. 포집한 해염의 분석 방법

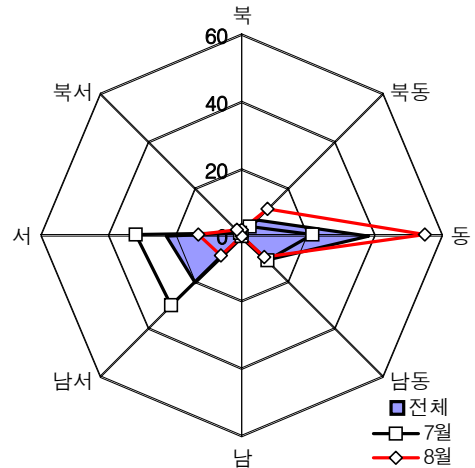


그림 5. 실험 대상지의 7, 8월 풍향분포

3. 측정대상지역의 기후특성

해염농도의 분포는 그 지역의 기상과 밀접한 관계가 있기 때문에 대상지역에서 자동기상관측장치로 측정된 7월 및 8월의 기상데이터를 이용하여 기상특성을 분석하였다.

3.1. 풍향 및 풍속의 검토

대상지역에서 관측된 풍향을 8방위로 변환하여 풍배도로 나타낸 것이 그림 5이다. 7월에는 서풍과 남서풍이 30%정도의 빈도로 불어오며 동풍이 20%정도의 비율을 보이고 있다. 또, 8월이 되면 서풍과 남서풍이 20%정도로 감소하는 반면 동풍이 40%로 증가하는 경향을 보이고 있다.

7, 8월 전체를 보면 동풍이 50%정도로 가장 빈도가 높고 서풍과 남서풍이 각각 20%정도의 빈도를 보이고 있어 주풍향은 동풍이며 부풍향이 서풍과 남서풍임을 알 수 있다. 즉, 대상지역은 남천만으로부터 불어오는 바람이 많은 지역으로 해염의 영향이 클 것으로 예상할 수 있다. 또한 바다에서 불어오는 동풍과 육지쪽에서 불어오는 서풍 및 남서풍의 비율이 높은 것에서 해안지역의 풍환경 특성 중의 하나인 해륙풍의 영향을 받고 있는 것으로 예상된다.

이에 7월과 8월의 각 시각별 출현 풍향의 비율을 8방위로 나타내어 풍향의 일변화를 검토하였다. 그림 6.은 7월 풍향의 일변화로 동풍의 비율은 8시~12시에 30%정도이고 그 외의 시간대에는 20% 정도의 비율이며 남서풍의 경우는 12~22시에 40%정도의 비율로 출현하며 그 외의 시간대에는 30%정도의 비율을 나타낸다. 한편, 서풍은 8시~15시에 30%정도의 비율이지만 그 외의 시간대에는 40%정도의 비율을 보이고 있어 7월에는 동풍과 남서풍, 서풍의 비율이 하루 동안 10%정도의 변화로 큰 변화없이 거의 일정하다고 할 수 있다. 이에 비해 8월이 되면 그림 7.에 나타내는 것과 같이 풍배도(그림 5.)에서 확인하였듯

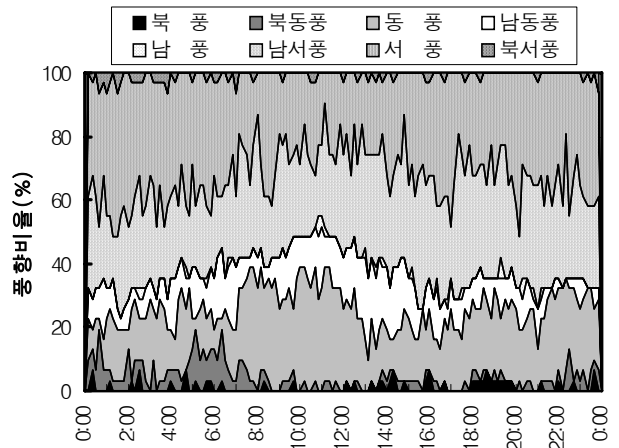


그림 6. 실험 대상지의 7월 풍향의 일변화

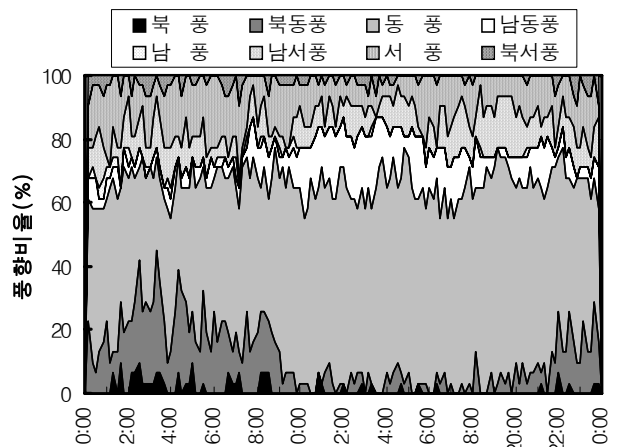


그림 7. 실험 대상지의 8월 풍향의 일변화

이 남서풍, 서풍의 비율이 현저하게 감소하고 동풍의 비율이 큰 폭으로 증가하고 있다. 또한 7월에는 시간에 따른 풍향의 비율에 큰 차이가 없었으나 8월에는 동풍의 비율이 주간 20%이상 증가하고 있으며 야간에는 북동

풍의 출현빈도가 높아지고 있다.

그림 8.은 자동기상관측장치에서 관측된 7월과 8월의 풍속을 이용하여 시각별 최고풍속 및 시각별 평균풍속을 계산하여 풍속의 일변화를 본 것이다. 평균풍속은 15시경에 4.5m/s정도로 가장 강하고 7시경에 2m/s정도로 가장 약해지며 최고풍속은 평균풍속보다 3~5m/s정도 강한 것으로 나타났다. 즉, 바다쪽에서 불어오는 동풍의 비율이 증가하는 8시 이후부터 풍속이 빨라지기 시작한다는 것을 알 수 있다. 또 7월과 8월의 풍속차는 거의 없으며 8월의 최고 풍속이 7월에 비해 조금 빠르게 나타났다.

3.2. 기온 및 상대습도의 검토

풍속과 동일한 방법으로 대상지의 기온 및 상대습도의 일변화를 검토한 것이 그림 9.이다. 평균기온은 28~25°C의 분포를 보이고 있으며 상대습도는 70~82%의 범위에 있어 열대야의 빈도가 많을 것으로 예상되나 풍속이 약한 야간에도 2m/s 정도의 바람이 있기 때문에 온열환경이 어느 정도 완화될 것이라 생각된다.

4. 해염의 분포특성

4.1. 포집재료 및 기간에 따른 염분농도의 관계

해염을 포집하기 위해 포집기구를 설치한 8월말에서 9

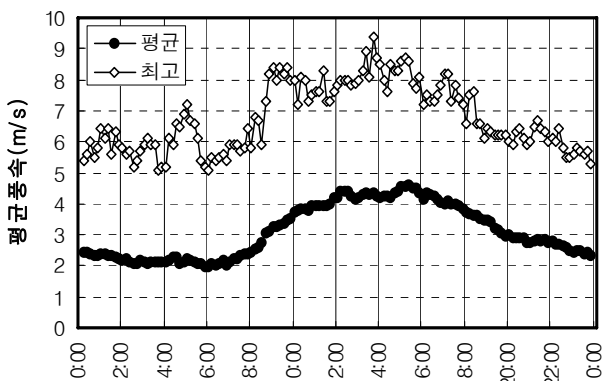


그림 8. 실험 대상지의 7, 8월 풍속의 일변화

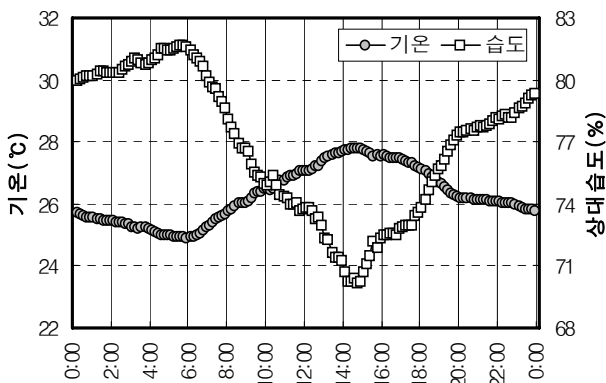


그림 9. 실험 대상지의 7, 8월 기온 및 상대습도의 일변화

월초까지의 풍향은 8월에 비해 동풍과 북동풍의 비율이 10%정도 증가하였으나 풍속은 큰 변화가 없었다.

표 1.에 나타내듯이 본 연구에서는 포집재료를 2종류, 포집기간을 3종류로 해염을 포집하였지만 7일간 포집한 경우는 마지막 날에 비가 왔으며 여과지가 비에 젖은 정도에 따라 해염농도의 차이가 컸기 때문에 분석에서 제외하고 3일간 포집한 해염농도와 1일간 포집한 해염농도의 상관관계를 검토하였다. 그림 10.의 X축은 3일간 여과지를 이용하여 포집한 해염의 농도를 3으로 나누어 1일간으로 환산한 것이며 Y축은 가제를 이용하여 1일간 측정된 해염농도이다. 그림에서 알 수 있듯이 큰 상관관계는 보이지 않는다.

4.2. 해안측 해염농도 및 내륙측 해염농도의 관계

아파트의 해안에 면한 쪽과 내륙에 면한 쪽에서 포집한 해염의 농도를 비교한 것이 그림 11.이며 해안에 가까운 132동의 경우에는 해안측과 내륙측에서 포집한 해염농도에 조금의 상관성은 보이나 내륙측인 117동 및 107

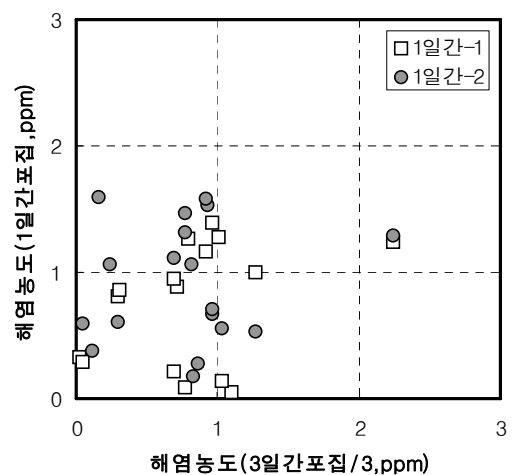


그림 10. 1일간과 3일간 포집한 해염농도의 상관관계

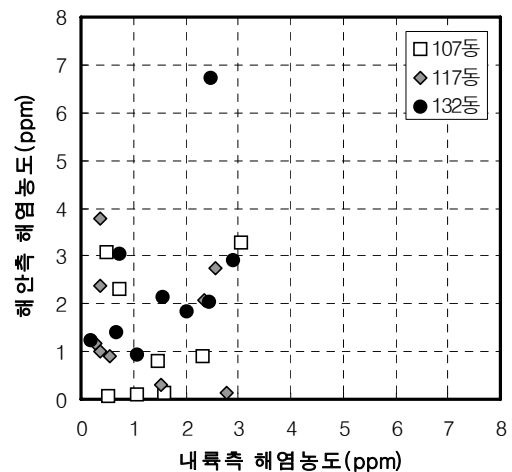


그림 11. 해안과 내륙측에서 포집한 해염농도의 비교

동에서는 해안측과 내륙측의 상관관계는 보이지 않는다.

4.3. 해안으로부터의 거리에 따른 해염농도의 차이

해안으로부터의 거리에 따른 해염농도의 차이를 검토하기 위해 해안측과 내륙측, 3일간 포집과 1일간 포집으로 나누어 상층, 중층, 하층의 각 2지점의 해염농도를 평균하여 비교하였다.

먼저 하층의 경우 그림 12.와 같이 해안에 면한 곳은 해안에 가장 가까운 132동보다 중간부근에 위치한 117동

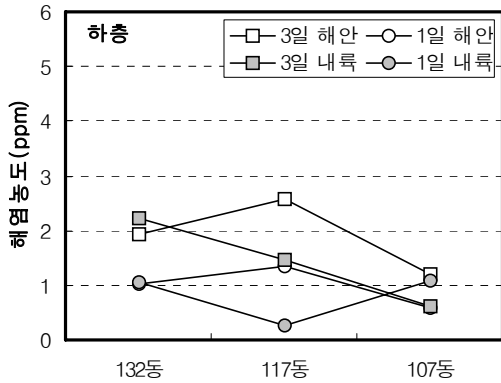


그림 12. 해안으로부터 거리에 따른 해염농도의 차이(하층)

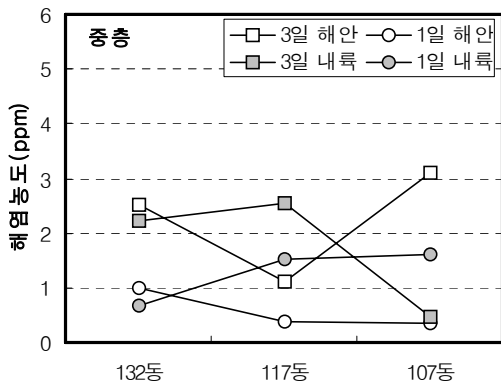


그림 13. 해안으로부터 거리에 따른 해염농도의 차이(중층)

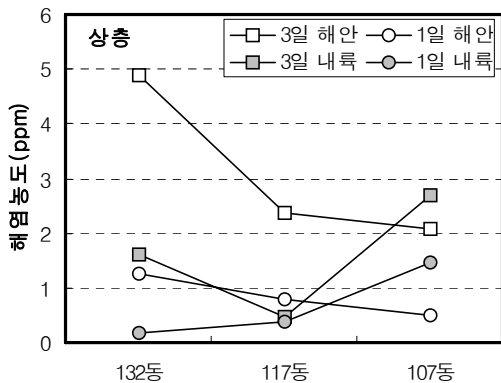


그림 14. 해안으로부터 거리에 따른 해염농도의 차이(상층)

의 해염농도가 높은 경향을 보이고 가장 내륙측인 107동의 해염농도가 가장 낮은 경향을 보인다. 그러나 내륙에 면한 곳은 3일간 포집한 경우에는 해안에서 멀수록 해염농도가 낮아지고 있지만 1일간 포집한 경우는 107동의 해염농도가 132동의 해염농도와 거의 같게 나타났다.

중층의 경우는 그림 13.에 나타내는 것과 같이 가장 내륙측인 107동에서 포집한 해염농도의 기복이 크며 해안에 면한 곳은 117동에 비해 132동의 해염농도가 높으며 내륙에 면한 곳은 117동이 132동보다 해염농도가 조금 높게 나타났다.

또, 그림 14.에 나타내듯이 상층의 경우 해안에 면한 곳은 해안에서 멀어질수록 해염농도가 낮아지는 경향을 보이지만 내륙에 면한 곳은 해안에서 멀리 떨어진 107동의 해염농도가 가장 높게 나타났다.

4.4. 높이에 따른 해염농도의 차이

그림 15.~그림 17.은 각 동별로 높이에 따른 해염농도를 검토한 것이다.

해안에 가장 가까운 132동의 경우 해안에 면한 곳은 상층으로 갈수록 해염농도가 높아지는 경향은 보이며 반대로 내륙에 면한 곳은 상층으로 갈수록 해염농도가 낮아지고 있다. 또, 중앙부에 위치한 117동의 경우에 해안에 면한 곳은 해염농도가 하층, 상층에서 높고 중층에서 가장 낮지만 내륙에 면한 곳은 중층에서 해염농도가 가장 높게 나타났다.

한편, 가장 내륙측에 있는 107동의 경우에는 3일간 포집한 해염농도와 1일간 포집한 해염농도의 높이에 따른 차이가 반대의 경향을 보이고 있으며 해안과 내륙에 면한 곳도 서로 반대의 경향을 보이고 있어 높이에 따른 해염농도의 차이를 명확히 알 수가 없다.

기존¹⁾의 연구에서는 해안에서의 거리가 멀어질수록 해염농도는 낮아지며 또 높이가 높을수록 해염농도가 높아진다는 것을 실측을 통해서 밝히고 있지만 본 실험에서는 그와 같은 명확한 결과를 얻을 수 없었다.

해염입자의 부착은 그림 18.에 나타내는 것과 같이 부착표면의 상태 및 풍향 및 풍속, 해염농도(해안으로부터

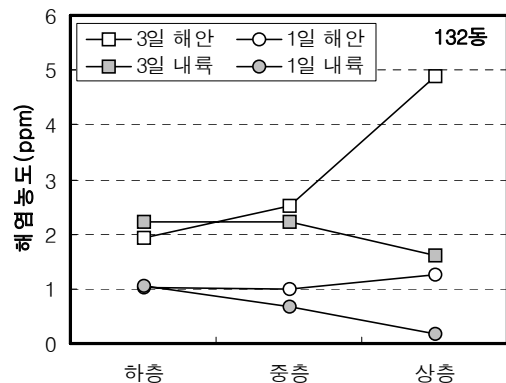


그림 15. 높이에 따른 해염농도의 차이(132동)

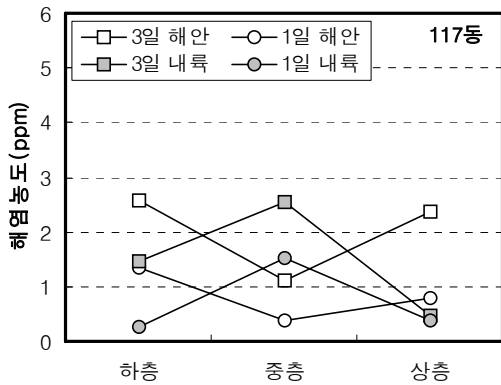


그림 16. 높이에 따른 해염농도의 차이(117동)

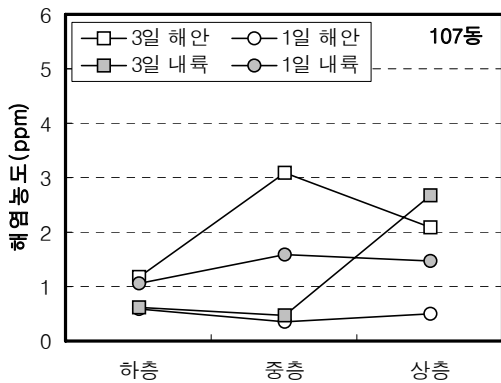


그림 17. 높이에 따른 해염농도의 차이(107동)

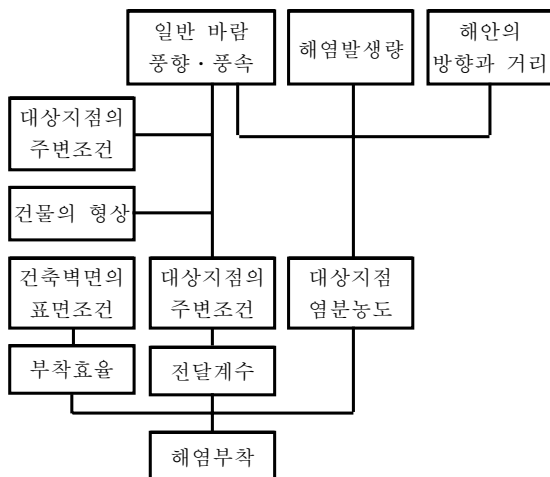


그림 18. 건물 벽면의 해염부착 메커니즘¹⁾

터의 거리)에 큰 영향¹⁾을 받지만 포집재료가 동일하기 때문에 풍향과 풍속이 동일하다면 해안으로부터의 거리가 멀수록 포집된 해염농도가 낮아져야 하지만 바다에서 불어오는 바람이 고층아파트군의 건설에 의해 아파트 사이에서 난류를 발생시키기 때문에 풍향과 풍속에 큰 변화를 일어나는 것이 상기와 같은 결과의 원인이라 생각된다.

5. 결론

본 연구에서는 위터프런트(매립지)의 큰 환경특징인 해염농도 분포검토를 목적으로 부산의 매립지에 건설되고 있는 고층아파트를 대상으로 해안으로부터의 거리와 높이에 따른 해염농도의 차이에 대해 포집재료, 포집기간을 바꾸어가면서, 해안을 면한 쪽과 내륙을 면한 쪽으로 나누어 실측 조사하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

- 1) 실측 대상지는 7, 8월에 바다(남천만)에서 불어오는 동풍이 50%정도로 가장 빈도가 높고 서풍과 남서풍이 각각 20%정도의 빈도를 보이고 있어 해염의 영향이 클 것으로 예상된다.
- 2) 포집재료 및 포집기간의 차이에 따른 해염농도의 상관관계와 해안에 면한 곳과 내륙에 면한 곳에서 포집된 해염농도의 관계를 검토하였으나 큰 상관관계를 찾을 수 없었다.
- 3) 해안으로부터의 수평거리가 멀수록 해염농도가 낮아진다고 하나 본 실험에서는 해안에 면한 곳과 내륙에 면한 곳의 경향이 달라 명확한 결론은 내릴 수 없었다.
- 4) 높이에 따른 해염농도의 차이에서는 해안에 가까운 132동의 해안에 면한 곳에서 기존의 연구결과와 같이 높이가 높아질수록 해염농도가 높아지는 경향을 파악할 수 있었으나, 중앙부의 117동의 해안에 면한 곳의 경우에는 상층과 하층의 해염농도가 높고 중층이 낮게 나타났다. 또, 132동과 117동의 내륙에 면한 곳은 해안에 면한 곳과는 정반대의 경향을 보이고 있었다.

이상과 같이 본 실험의 결과가 기존의 연구결과와 일치하지 않는 것은 고층아파트군의 건설에 의해 아파트 사이에서 난류를 발생하여 풍향과 풍속에 큰 변화를 일으키기 때문으로 생각된다. 보다 상세한 해염농도의 분포를 파악하기 위해서는 해염을 포집하는 위치에서의 풍향 및 풍속의 측정과 함께 해염포집 회수를 가능한 많이 할 필요가 있으리라 생각된다.

참고문헌

1. 日本建築學會, "ウォーターフロントの防災及び環境整備", 1993.
2. 依田浩敏, "臨海部居住地域における塩害と空気中海塩粒子濃度の實態調査", 日本建築學會計劃系論文集, 第522号, pp 115-121, 1999. 8.
3. 堀田健治, "沿岸域における海塩粒子の發生に關する研究", 日本建築學會構造系論文集, 第441号, pp 101-106, 1992. 11.
4. 堀田健治, "砂浜海岸における海塩粒子の發生に關する研究", 日本建築學會構造系論文集, 第444号, pp 145-152, 1993. 2.
4. 岸谷孝一, 西澤紀昭 他編, "塩害Ⅰ", 技報堂出版, 1993. 5
5. 岸谷孝一, 西澤紀昭 他編, "塩害Ⅱ", 技報堂出版, 1993. 5
6. 社団法人プレストレストコンクリート建設業協會編, "海洋コンクリート構造物の防食", 技報堂出版, 2004. 1