

工學碩士 學位論文

河回마을의 屋外  
熱環境計劃에 관한 基礎的 研究

- 夏期 및 冬期の 골목길과 萬松亭을 中心으로 -

A Basic Study on the Outdoor

Thermal Environment Plan of Ha-hoe Village

- Focused on Mansongjeong and Roads in Summer and Winter -

指導教授 都 根 永

2002年 8月

韓國海洋大學教 大學院

海 洋 建 築 工 學 科

金 呈 範

工學碩士 學位論文

河回마을의 屋外  
熱環境計劃에 관한 基礎的 研究

- 夏期 및 冬期の 골목길과 萬松亭을 中心으로 -

A Basic Study on the Outdoor

Thermal Environment Plan of Ha-hoe Village

- Focused on Mansongjeong and Roads in Summer and Winter -

指導教授 都 根 永

2002年 8月

韓國海洋大學教 大學院

海 洋 建 築 工 學 科

金 呈 範

本 論文을 金呈範의 工學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 李 漢 錫 印

委 員 都 根 永 印

委 員 宋 和 澈 印

2002年 6月 18日

韓國海洋大學校 大學院

# 목 차

## Abstract

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 제 1장 서론 .....                       | 1  |
| 1.1 연구의 배경 및 목적 .....               | 1  |
| 1.2 연구의 범위 및 방법 .....               | 3  |
| 제 2장 하회마을의 개관과 기후특성 .....           | 5  |
| 2.1 하회마을의 지리적 배경 .....              | 5  |
| 2.2 하회마을의 성립과정 .....                | 8  |
| 2.3 풍수적 특성 .....                    | 10 |
| 2.4 기후개요 .....                      | 13 |
| 제 3장 하기의 옥외 열환경에 대한 검토 .....        | 17 |
| 3.1 하기의 기후개요 .....                  | 17 |
| 3.1.1 풍속 및 풍향의 일변화 .....            | 17 |
| 3.1.2 기온의 일변화 .....                 | 18 |
| 3.1.3 상대습도의 일변화 .....               | 20 |
| 3.2 골목길의 풍환경 .....                  | 23 |
| 3.2.1 골목길의 영향 .....                 | 23 |
| 3.2.2 마을의 외측과 골목길의 풍속과 기온의 관계 ..... | 24 |
| 3.2.3 골목길의 풍속과 기온의 관계 .....         | 27 |
| 3.3 아침안개 발생시의 외부환경 .....            | 31 |
| 제 4장 동기의 옥외 열환경에 대한 검토 .....        | 34 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 4.1 동기의 기후개요 .....             | 34 |
| 4.1.1 풍속 및 풍향의 일변화 .....       | 34 |
| 4.1.2 기온의 일변화 .....            | 35 |
| 4.1.3 상대습도의 일변화 .....          | 36 |
| 4.2 만송정의 방풍효과 .....            | 38 |
| 4.2.1 방풍림의 역할 .....            | 38 |
| 4.2.2 만송정의 방풍효과 검토 .....       | 40 |
| 4.2.3 만송정에 의한 기온 및 습도 변화 ..... | 46 |
| 4.3 골목길의 방풍효과 .....            | 48 |
| 4.3.1 골목길의 방풍효과 검토 .....       | 50 |
| 4.3.2 골목길에 의한 기온 및 습도 변화 ..... | 55 |
| 4.3.3 d3과 d3상층 비교 .....        | 60 |
| <br>                           |    |
| 제 5장 결론 .....                  | 64 |
| <br>                           |    |
| 참고문헌 .....                     | 66 |

## 표 목 차

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 표 2.1 국가지정문화재 지정 종목 .....   | 7  |
| 표 3.1 초기풍속에 의한 바람의 분류 ..... | 28 |

## 그 립 목 차

|  |    |
|--|----|
| 그림 1.1 연구의 구성 및 흐름 .....                 | 4  |
| 그림 2.1 하회마을 위치 .....                     | 6  |
| 그림 2.2 하회마을 지도 .....                     | 7  |
| 그림 2.3 하회마을 배치도 .....                    | 9  |
| 그림 2.4 하회마을의 풍수적 위치 .....                | 10 |
| 그림 2.5 전통취락의 풍수적 형국 .....                | 12 |
| 그림 2.6 하회마을의 풍수형국 .....                  | 12 |
| 그림 2.7 기상측정위치 .....                      | 13 |
| 그림 2.8 월평균기온 및 월평균 일일누적 수평면일사량의 변화 ..... | 14 |
| 그림 2.9 월평균 상대습도 및 월평균 풍속 변화 .....        | 15 |
| 그림 2.10 하회마을의 월별 풍향비율 .....              | 16 |
| 그림 3.1 여름철 풍속의 일변화 .....                 | 17 |
| 그림 3.2 여름철 풍향의 일변화 .....                 | 18 |
| 그림 3.3 여름철 기온의 일변화 .....                 | 19 |
| 그림 3.4 여름철 기온구분별 일수 .....                | 20 |
| 그림 3.5 여름철 상대습도의 일변화 .....               | 22 |
| 그림 3.6 여름철 상대습도 90%이상의 비율 .....          | 22 |
| 그림 3.7 골목길의 풍향측정 지점 .....                | 23 |
| 그림 3.8 골목길에서의 풍향 .....                   | 24 |
| 그림 3.9 P1과 P7의 풍속 및 기온의 관계 .....         | 26 |
| 그림 3.10 P10, P7에 대한 기온과 풍속의 관계 .....     | 26 |
| 그림 3.11 P1, P7의 풍속과 풍속차의 관계 .....        | 26 |
| 그림 3.12 초기풍속, 풍속감소(증가)시간의 설정 .....       | 27 |
| 그림 3.13 초기풍속 및 풍속변화시간과 풍속차의 관계 .....     | 28 |

|   |    |
|---|----|
| 그림 3.14 초기풍속 및 풍속변화시간과 기온차의 관계 .....      | 29 |
| 그림 3.15 아침안개 발생시의 상대습도와 일사량의 관계 .....     | 31 |
| 그림 3.16 아침안개 발생시의 기온과 일사량의 관계 .....       | 32 |
| 그림 3.17 아침안개가 발생한 경우 마을외곽의 풍향 .....       | 33 |
| 그림 4.1 겨울철 풍속의 일변화 .....                  | 34 |
| 그림 4.2 겨울철 풍향의 일변화 .....                  | 35 |
| 그림 4.3 겨울철 기온의 일변화 .....                  | 36 |
| 그림 4.4 겨울철 상대습도의 일변화 .....                | 36 |
| 그림 4.5 방풍효과 및 범위 .....                    | 39 |
| 그림 4.6 방풍림 주변의 풍속분포 .....                 | 39 |
| 그림 4.7 만송정 방풍효과 측정점 위치 .....              | 40 |
| 그림 4.8 만송정 단면도 .....                      | 41 |
| 그림 4.9 aws의 풍향 빈도 .....                   | 42 |
| 그림 4.10 만송정 풍속의 측정시간별 패턴변화 .....          | 43 |
| 그림 4.11 A지점의 풍속과 풍속차의 관계 .....            | 44 |
| 그림 4.12 A지점의 풍속과 풍속비율의 관계 .....           | 44 |
| 그림 4.13 풍속비율의 평균 그래프 .....                | 45 |
| 그림 4.14 A지점 풍속에 대한 온도차의 관계 .....          | 46 |
| 그림 4.15 A지점 풍속에 대한 습도차의 관계 .....          | 47 |
| 그림 4.16 골목길 방풍효과 측정점 위치 .....             | 48 |
| 그림 4.17 골목길의 8방위 풍향비교 .....               | 50 |
| 그림 4.18 골목길에서 풍향 .....                    | 51 |
| 그림 4.19 aws 풍속과 골목길 지점 풍속의 상관관계 .....     | 53 |
| 그림 4.20 골목길의 풍속비율 .....                   | 54 |
| 그림 4.21 aws 기온평균과 골목길 지점 기온평균의 상관관계 ..... | 56 |
| 그림 4.22 aws 풍속평균과 골목길 지점 기온평균의 상관관계 ..... | 57 |
| 그림 4.23 aws 습도평균과 골목길 지점 습도평균의 상관관계 ..... | 58 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 그림 4.24 | aws 풍속평균과 골목길 지점 습도평균의 상관관계 .....                | 59 |
| 그림 4.25 | d3과 d3상의 8방위 풍향비교 .....                          | 61 |
| 그림 4.26 | aws 풍속에 대한 d3과 d3상 풍속평균의 상관관계 및 풍속비율<br>비교 ..... | 61 |
| 그림 4.27 | aws 기온평균 및 풍속평균에 대하여 d3과 d3상 기온의 상관관<br>계 .....  | 62 |
| 그림 4.28 | aws 기온평균 및 풍속평균에 대하여 d3과 d3상 습도의 상관관<br>계 .....  | 62 |

## 사 진 목 차

|  |    |
|--|----|
| 사진 2.1 하회마을 전경 .....                         | 6  |
| 사진 2.2 만송정 사진 .....                          | 12 |
| 사진 2.3 옥외기상측정장치 .....                        | 13 |
| 사진 3.1 여름철 하회마을에 발생한 아침안개의 모습 .....          | 22 |
| 사진 3.2 마을외측(P1)과 골목길(P7)의 풍속 및 기온측정 모습 ..... | 25 |
| 사진 3.3 아침안개의 이동모습 .....                      | 33 |
| 사진 4.1 만송정 방풍효과의 풍향 및 풍속, 온·습도의 측정사진 .....   | 41 |
| 사진 4.2 골목길 풍향 및 풍속, 온·습도의 측정사진 .....         | 49 |
| 사진 4.3 d3과 d3상의 풍향, 풍속 및 온·습도의 측정사진 .....    | 60 |

## Abstract

# A Basic Study on the Outdoor Thermal Environment Plan of Ha-hoe Village

- Focused on Mansongjeong and Roads in Summer and Winter -

Kim, Jeong-Beom

Department of Oceanic Architectural Engineering

Graduate School of Korea Maritime University

The architecture, adapted to the natural environment of an area, shall be based on the correct understanding about the climate of the country. As the traditional architectures of Korea are environment-symbiotic architectures by using natural energy, people are also so interested in natural affinity traditional architectures and maintain and study it while the importance of earth environment has been understood recently.

The study about physical environment features of traditional house is to survey and prove ancestors sensible housing environment features for our living life based on survey result.

The subject of study, Ha-hoe village, is made in accordance with natural land-form. This Ha-hoe village is the best noble village in Korea since it is composed by beautiful view.

The purpose of this study is to examine the climate characteristics and outdoor thermal environment about Mansongjeong and roads of

Ha-hoe village in summer and winter seasons were investigated.

The results of this study were as follows ;

- 1) The direction of wind was changed day and night according to the topography of Ha-hoe. And The relative humidity was higher than 90% at early morning due to effect of a fog.
- 2) In winter, the west wind was dominant at the 60% of rate during the day. Mansongjeong is playing a role in windbreak because rate of wind velocity of Mansongjeong shows a decrease regularly. And relatively, temperature in Ha-hoe village maintains highly.
- 3) In winter, to keep out west wind be passed to the center through roads, there aren't roads directed from the center toward the west. Radial roads in Ha-hoe village are established from the center and wind is passed well to the center of village with regard to the direction of west wind. Therefore, wind velocity in Ha-hoe village has a low rather than wind velocity of aws. And the more proceed center in Ha-hoe village, the more rate of wind velocity of roads show a decrease.

.....  
키워드 : 환경공생건축, 만송정, 골목길

Keywords : Environment-Symbiotic Architecture, Mansongjeong, Road

# 제 1장 서론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

최근, 급속한 과학기술의 발달과 경제성장을 바탕으로 풍요로운 생활을 영위하기 위한 인간의 개발행위는 생활의 편의성을 성취하였으나, 그 반면에 인간의 기본적인 개발행위인 건축활동은 환경오염을 유발하는 주요인<sup>1)</sup>으로서 각종 지구환경문제를 야기시켜 자연 생태계의 파괴와 더불어 인류의 생활기반에 위협을 주고있는 실정에 있다. 이러한 건축분야에 있어서 지구환경문제를 해소하기 위해서는 자연환경과 인간이 조화를 이루며, 자원과 에너지를 최대한 효율적으로 활용하여 인간의 쾌적성에 대한 다양한 요구에 대응할 수 있는 환경공생건축의 실현에 있을 것이다.

자연과 조화된 생활을 영위한 자연공생적인 주거공간의 좋은 예라 할 수 있는 우리나라의 전통주거나 전통마을을 보면, 오랜 세월 동안 그 지역의 인문사회적 환경속에서 형성되어 그 지역성을 가장 포괄적으로 보여주고 있으며, 또한 미기후학적 특성과 자연 지리적 환경에 적응 발전하면서 우리 생활과 풍토에 부합되게 다양한 형태로 형성되어온 건축물이라 할 수 있다. 특히 전통건축의 입지선정 및 배치에 있어서는 주변의 자연지세에 순응하면서 기후환경조건을 적절히 이용하여 쾌적한 주거공간을 형성해 왔다.

따라서, 어느 한 지역의 자연환경에 적응한 건축물은 그 지역의 기후에 대한 정확한 이해를 바탕으로 하고 있으며, 그 지역에서 오랜 기간 고유의 풍토에 적응, 발전되어 온 전통건축이나 전통마을에 대한 과학적인 연구를 통해서 얻어진 미기후적 특성을 오늘날 건축에 반영시키기 위한 노력이 필요하리라 생각된다.

---

1) 環境共生住宅 推進 協議會, 環境共生住宅 A-Z, 1999. 12

이에, 전통주거나 전통마을에서 내포되어 있는 우리 조상들의 지혜를 보다 과학적이며 체계적인 방법으로 찾아 그 특성을 분석·검토함으로써 보편적인 환경공생적 디자인기법을 파악하여 현재의 건축계획 및 설계에 응용하기 위한 노력이 필요할 것이다.

전통적인 환경조절의 현대화는 그 지역기후에 적응했던 전통건축기법중 현대건축에 적용할 수 있는 원리를 선별적으로 수용, 보다 과학적으로 발전시키는데 있다. 또한 현재 진행중인 전통마을의 보존은 디자인적 요소의 보존에 치중하고 있으며, 삶과 관광의 편의를 위한 골목길의 확장, 포장 등이 급속히 진행되고 있다. 그러나 환경조절기능의 보전이라는 관점은 간과되어 전통마을이 가지고 있던 환경은 변질되어 가고 있는 정주환경을 되살리는데 적용될 수 있으리라 사료되며, 디자인만이 아니라 환경까지 보전하는 것이 참다운 의미의 보전이라 생각된다.

이러한 관점에서 전통마을 중에서 한국의 전통문화의 특색을 가장 잘 보존하고 있어 문화적 특색을 잘 살펴볼 수 있을 뿐만 아니라 형국의 특이성을 지니고 있는 하회마을을 대상으로 오랜 기간에 걸쳐 성숙되어 온 전통민가나 취락, 그리고 그곳에서 영위되는 생활속에까지 환경지향형 디자인규범을 파악하기 위해 이 연구조직을 건축계획, 건축사, 건축환경이라는 다분야로 나누어 다양한 관점에서 검토함으로써 보다 설득력 있는 자연공생을 위한 설계자료가 제시될 수 있으리라는 최종목표를 가지고 한일공동으로 『한국의 전통마을에 대한 자연공생형 주공간의 디자인 규범에 관한 조사연구』(1998~1999)를 수행하였으며 현재는 『한국의 전통마을에서 자연공생형 주공간의 보존을 목적으로한 환경디자인의 제안』(2001~2004)을 수행하고 있다.

본 논문은 이들 연구의 일부로 전통마을의 물리환경을 보존하기 위해 마을내의 골목길, 건물배치계획이나 기후특성에 대해 계측, 조사를 하여 디자인 규범의 원형을 파악하여 환경디자인을 위한 데이터 베이스를 구축하는 것이 목적이다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 전통주거 및 전통취락에 이용된 환경공생적 디자인기법을 파악하기 위해 우리나라의 전통취락 중의 하나인 하회마을을 대상으로 하기와 동기로 나누어 실측실험 및 조사를 통하여 옥외 열환경을 검토하였다.

본 연구의 범위 및 방법을 요약하면 다음과 같다.

가. 자료조사와 현장답사를 통하여 하회마을의 성립과정과 배경 및 풍수적 특성, 일반적인 기후개요를 파악 정리하였다.

나. 하기와 동기의 기후적 특성을 파악하였으며 하회마을에서 측정된 기상데이터를 이용하여 옥외 열환경의 검토항목을 도출하였다.

다. 하기의 옥외 열환경중 아래의 항목에 대해 실측조사를 통해 검토했다.

1) 하회마을에서 방사전상의 골목길은 마을의 중앙부까지 바람을 받아들일 수 있기 때문에 골목길의 온열환경 형성에 영향을 주는 골목길의 풍향, 풍속에 대한 열환경을 검토한다.

2) 하회마을은 아침에 안개가 많이 발생하고 있어 아침안개 발생시 외부 환경에 대해 검토한다.

라. 동기의 옥외 열환경중 아래의 항목에 대해 실측조사를 통해 검토했다.

1) 하회마을은 풍수적으로 허(虛)한 북서쪽에 만그루의 소나무를 심어 겨울철 차가운 바람에 대하여 방풍역할을 한 만송정의 방풍효과에 대하여 검토한다.

2) 하회마을의 서쪽에서 마을 중앙까지 직접 도달하는 골목길이 없고, 마을의 중심에서 방사형으로 뻗은 골목길에 의해서 겨울철 서풍의 영향이 골목길에 의해 감소되는 골목길의 방풍효과에 대해 검토한다.

마. 이상의 내용을 바탕으로 얻은 결과를 정리한다.

본 연구의 진행과정을 도식화하면 다음과 같다.

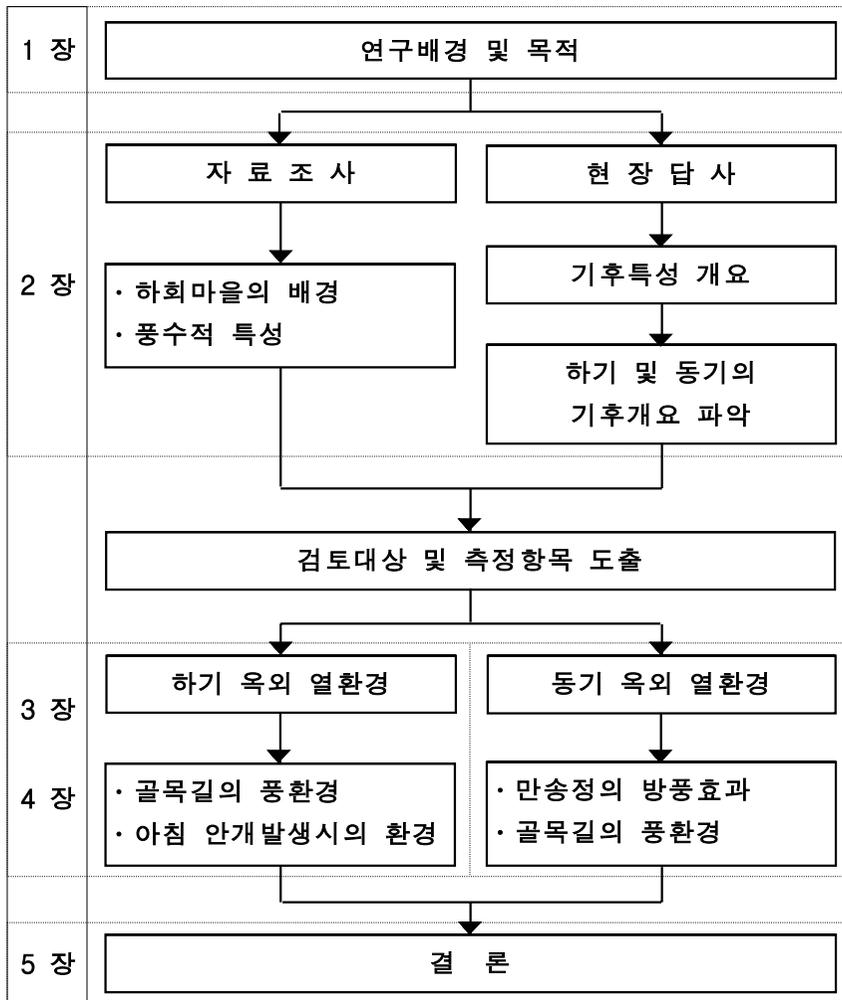


그림 1.1 연구의 구성 및 흐름

## 제 2장 하회마을의 개관

### 2.1 하회마을의 지리적 배경

그림 2.1에 나타난 것처럼 오늘날 행정구역상으로 보면 하회마을은 경상북도 안동시 풍천면에 위치해 있으며 해발 90m이하 표고의 강설에 있는 배산임수의 풍산류씨 집성촌이다. 사진 2.1에서 보이는 것과 같이 준협한 산과 큰 평야가 없으며, 낙동강의 상류가 면의 중앙으로 관류하고 있어 그 주변에 경작지가 산간의 계곡을 따라 존재한다.

마을의 지형은 그림 2.2에서 보이는 것과 같이 거북이등 가죽처럼 가운데가 봉긋하게 솟아있고, 바깥쪽으로 갈수록 점점 낮아졌다는 사실과 집과 길의 분포가 양진당과 충효당을 중심으로 원형 및 방사형을 이루고 있다.

마을의 동쪽으로 태백산의 지맥인 해발 271m의 화산(花山)이 있으며, 이 화산의 줄기 끝이 마을 안까지 뻗쳐 마을의 지형은 손등과 같은 아주 낮은 경사를 이루고 있다. 또한 S자 모양을 이루며 동에서 서로 굽이쳐 흐르고 있는 낙동강 원류인 폭 200~300m, 수심 2~5m의 화천(花川)을 사이에 두고 마을의 남쪽에는 영양 일월산(日月山)의 지맥인 남산(南山)이, 서쪽에는 일월산의 지맥인 원지산(遠志山)이 있으며 북쪽에는 부용대(芙蓉臺)의 암벽이 절경을 이루고 있다.

한편, 이와 같이 하회마을은 삼면이 강으로 둘러싸인 지형 때문에 마을로의 출입이 한 갈래의 도로를 제외하면 강을 건너야만 하며 이러한 지리적 고립 때문에 한 차례의 전란도 겪지 않고 마을과 집들, 마을의 전통적인 생활구조를 잘 유지할 수 있었으며, 표 2.2의 국가지정문화재 지정 종목 중에서 1984년 국가지정문화재인 “중요민속자료 제 122호”로 승격 지정되어 현재에 이르고 있다.



그림 2.1 하회마을 위치



사진 2.1 하회마을 전경



그림 2.2 하회마을 지도

표 2.4 국가지정문화재 지정 종목

|             | 하회마을의 문화재 지정 종류  |  |
|-------------|--|--|
|             | 유형문화 유산  | 무형문화 유산  |
| 고문서류<br>기 타 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 징비록 : 국보 132호</li> <li>· 류성룡종손가문적 : 보물 160호</li> <li>· 류성룡종손가유물 : 보물 460호</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 하회 별신굿 탈놀이 : 중요무형문화재 제 69호</li> </ul> |
| 민속공예류       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 하회탈 : 국보 제 121호</li> </ul>  |  |
| 서 원         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 병산서원 ; 사적 제 260호</li> </ul>   |  |
| 고 택         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 입암고택 : 보물 제 360호</li> <li>· 충효당 : 보물 제 414호</li> <li>· 북촌택 : 중요민속자료 제 84호</li> <li>· 작천고택 : 중요민속자료 제 87호</li> <li>· 남촌택 : 중요민속자료 제 90호</li> <li>· 주일재 : 중요민속자료 제 91호</li> <li>· 하회마을 : 중요민속자료 제 122호</li> <li>· 하동고택 : 중요민속자료 제 177호</li> </ul> |  |
| 정 사         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 원지정사 : 중요민속자료 제 85호</li> <li>· 빈연정사 : 중요민속자료 제 86호</li> <li>· 옥연정사 : 중요민속자료 제 88호</li> <li>· 겸암정사 : 중요민속자료 제 89호</li> </ul>   |  |

## 2.2 하회마을의 성립과정

하회마을은 풍산류씨들이 거주하고 있는 동족마을로써 언제부터 풍산(豊山)에 거주했는지 정확히 알 수 없으나 조선초 풍산현(豊山縣)의 토성(土姓)으로 언급되고 있는 것과 인근에서 출토된 토기류, 절터, 탑과 및 하회 별신가면의 유물과 구전 등을 통하여 보면 고려말에서 조선초에 이미 풍산의 명문으로 자리 잡았을 것으로 추정할 수 있으며, 예부터 내려오는 향언으로서 “허씨 터전에 안씨 문전에 류씨 배판”이라는 말과 하회 별신굿 가면을 허도령이 만들었다는 구전에서도 알 수 있듯이 류종혜 정착 이전에 이미 허씨와 안씨가 자리를 잡았던 것으로 추측되고 있다.<sup>2)</sup>

조선초에 7세조인 류종혜가 풍산현에서 인근 촌락 하회로 옮겨오면서 풍산류씨의 하회 입향조가 되었다. 이는 당시 권력쟁취에 의한 봉당정치와 임진왜란으로 시련을 겪으면서 정신의식을 지배한 성리학적 유교사상에 의해 사대부들은 자신의 향리로 돌아와 마을을 만들면서 터를 정할 때 임진왜란으로 인한 피해와 당시의 학풍인 노자의 은둔사상(隱遁思想) 등의 영향으로 도로와 비켜난 외진 깊은 골짜기를 택하였다. 그리고 성리학의 예학에 의하여 마을의 종속적 질서를 건축적으로 표현시켜 종가에 대한 입지 및 배치뿐만 아니라 각각의 주거형태에서도 나타나고 있다. 대부분의 종가는 그 마을의 구심점에 위치하여 옆으로 넓게 배치되면서 전면으로 펼쳐진 후손들의 주거지를 포용하는 형태를 취하고 있다.

풍산류씨의 씨족집단이 하회를 그 씨족 확산의 중심으로 삼은지 5세기여 만에 그들의 씨족 구성원들은 이 마을을 중심으로 경상북도의 서북부 일대에 그 생활권을 견고하게 확대해 왔으며 중흥제일의 명상이라고 알려진 서애 류성룡 이후의 위세체계는 제도와 경제구조가 계속 유지되고 있다.

18세기에 들어서면서 중앙의 권력과 밀착되었던 사대부층이 지방의 지주층으로 전락하여 관료적 성향이 약화되어가는 동시에 당시 직접 농업에 중

---

2) 문화재관리국, 안동하회마을 보존관리방안 조사연구보고서, 1988

사했던 농민층이 경제력을 바탕으로 양반으로의 신분상승이 이루어져 그 전까지 금기시 되어왔던 종가 후면부로 집이 들어설 수 없던 규칙이 깨어지고 권력이나 경제적 우위에 있던 후손들의 거주지를 종가의 후면부에 입지시키며 규모면에서도 종가를 훨씬 압도하는 입지상 혼돈현상이 나타나는 동족마을의 입향조 주택과 그 자손들 주거의 규모나 입지상의 위계질서가 점차 무너지는 현상을 보이기 시작한다.

그림 2.3에서 보듯이 마을의 전체적인 구성은 동서방향의 큰길을 경계로 그 밑은 남촌, 위는 북촌으로 나누어져 있으며, 지형적인 구분이라기 보다는 사회적인 관계에 의한 것이라 볼 수 있다. 특히 대종가계열로써 혈연적 우위를 차지하고 있는 곁암파의 종가 양진당과, 사회·경제적으로 우위이며 지파인 서애파의 종가 충효당을 중심으로 양립적인 구조를 나타내고 있다.



그림 2.3 하회마을 배치도

김일진의 4인, 안동하회마을 보존관리방안 조사연구보고서, 문화재관리국, 1989. 4

## 2.3 풍수적 특성

풍수는 음양오행설을 바탕으로 땅에 관한 자연의 이치를 설명하는 이론으로서 풍(風)은 기후와 풍토를, 수(水)는 물에 관한 모든 것을 가리킨다. 풍수의 기본원리는 땅속에 살아 꿈틀대는 정기(精氣)가 있으며 이것은 우리 몸 속의 피처럼 일정한 길을 따라 움직이는데 이를 타고난 사람은 복을 받아 부귀영화를 누리고 이것이 몽친 곳에 집을 지으면 가운이 뻗쳐 대대로 번창하며, 도움을 정하면 나라가 번성하고, 조상의 무덤을 쓰면 위대한 인물이 태어난다고 한다. 이러한 기(氣)는 크고 영험한 산에서부터 출발하여 산을 타고 이동하는데 바람에 의해 흩어지고 물에 의해 멈춘다고 한다. 그래서 좋은 장소는 바람에 노출되는 것을 막기 위해 둘러싸인 산들과 기가 빠져나감을 막는 물의 위치에 의해 주로 결정된다고 할 수 있다. 이러한 장풍득수(藏風得水)의 원리에 의해 전통마을은 흔히 주산을 등지고 그 기슭에 위치하여, 전면에 하천과 넓은 경작지를 향하고 있거나, 그림 2.4와 같이 돌아 흐르는 하천의 안쪽 퇴적지에 위치하게 된다. 하회마을은 이 후자의 경우에 속하며, 풍수지리의 조건을 잘 갖춘 마을이라 할 수 있다.

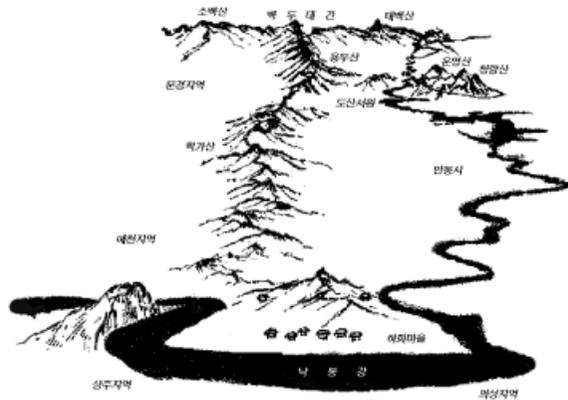


그림 2.4 하회마을의 풍수적 위치  
출처 : 김경희, 안동하회마을, 반가와 민가

이러한 형국은 모두 산세의 지맥과 물길의 흐름에 의해서 형성된 것으로, 그림 2.5과 2.6의 하회의 형국을 보면 일월산(日月山)의 지맥인 화산(花山)이 주산으로서 현무에 해당되며, 남산과 낙동강의 본류인 화천이 좌청룡이 되고 북쪽 부용대가 우백호에 해당된다.<sup>3)</sup> 화천 건너 서쪽에 있는 원지산이 마을의 안산격인 주작에 해당된다. 원지산 뒤에는 높은 만은봉(晩隱峰)이 솟아 있다. 태백산의 맥을 이은 일월산의 지맥이 화산까지 이어졌으며 화산의 줄기가 충효당 뒤뜰에 이르고 그것이 잠시 수그러들었다 다시 솟아서 응결한 곳이 삼신당(三神堂)과 양진당(養眞堂) 자리라고 한다. 따라서 태백산의 지맥이 응결한 곳이 하회의 중심지가 되며 혈(穴)의 자리에 삼신당이 위치하고 있다. 하회의 북서쪽은 산이 낮아 몰려오는 북풍으로 마을의 지기를 흩어버릴 염려가 있어 이른바 ‘허(虛)’한 곳이다. 사진 2.2와 같이 만송정은 차가운 북서풍을 막아주는 것은 물론 화천의 범람을 막아주고 황사까지 막아주는 방풍림과 방수림, 방사림의 구실을 하고 있다. 뿐만 아니라 태백산 줄기의 화산에서 내려오는 정기가 혈에 모일 수 있도록 기의 흐름을 막아 주는 상징적 기능도 하고 있다고 전해져 오고 있다. 하회의 남서쪽에는 강에 접한 느티나무 숲이 있는데 이 역시 풍수상의 허한 곳을 보완해 주고 바람과 홍수로부터 강가의 집들을 보호하는 역할을 해왔다. 하회는 마을의 가운데가 가장 높고 가장자리로 갈수록 나지막하다. 집터의 기본은 뒤가 높고 앞은 낮아야 하나, 거북이등 같은 마을 터에 끌고 루 집을 짓게 되면 자연히 마을 터의 중심을 등지고 가장자리를 향하여 빙 둘러가며 집을 지을 수밖에 없을 것이다.

마을의 길도 삼신당을 중심으로 방사선형으로 뻗어 있는 것이 특징이다. 방사선형으로 난 길도 집의 방향과 마을 터의 형국에 따라 자연스럽게 형성된 것으로 어느 두 길도 평행하지 않으며, 아무 길도 똑바른 길은 없다. 결국 어느 집이든 집의 뒤쪽은 산의 지맥에 닿아 있고 앞쪽은 멀리 강과 산을 바라보게 된다.

---

3) 하회마을 관리사무소, 1979. 9~10

이러한 하회는 풍수지리조건을 거의 완벽하게 갖춘 마을로 예로부터 길지 중의 하나로 꼽혀 왔다.



그림 2.5 전통취락의 풍수형국

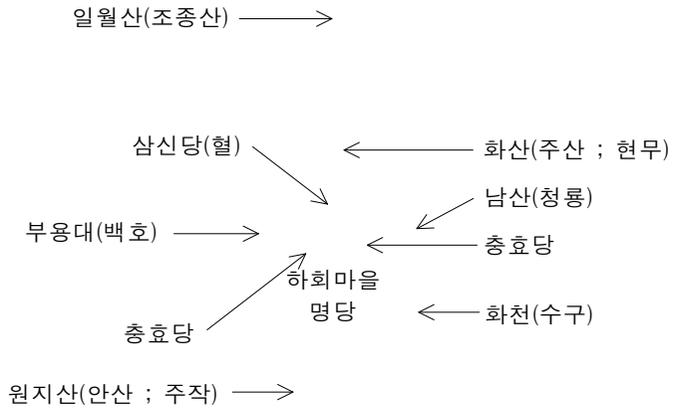


그림 2.6 하회마을의 풍수형국



사진 2.2 만송정 사진

## 2.4 기후개요

하회마을 부근에서 기후데이터를 관측하고 있는 곳으로는 안동, 예천, 풍천, 풍향, 안계 등이 있으나, 이들 데이터로는 하회마을의 기후특성을 파악하기는 어렵다. 이에, 1998년부터 진행된 한·일 공동연구인 『한국의 전통마을에 대한 자연공생형 주공간의 디자인 규범에 관한 조사연구』<sup>23)</sup>에서 하회마을에서 측정된 기상데이터를 이용하여 하회마을의 기후특성을 파악하였다.



그림 2.7 기상측정위치



사진 2.3 옥외기상측정장치

본 논문에서 이용한 기상데이터는 그림 2.7에 나타낸 것과 같이 마을의 중앙부에 위치하여 하회마을의 기후를 대표할 수 있다고 생각되는 초등학교 옥상에서 옥외기상측정장치로 측정된 데이터이다.

옥외기상측정장치는 사진 2.3에 나타내듯이 초등학교 옥상의 바닥면에서 5.2m 높이 인 곳에 설치하였으며 측정항목은 온도, 상대습도, 일사량, 풍향, 풍속의 다섯 항목이다. 또, 기상을 측정한 기간은 1998년 5월 6일부터 1999년 8월 31일까지의 약 16개월로 상기의 5항목에 대해 10분 간격으로 자동 측정, 기록하였다.

일일누적 수평면일사량의 월평균과 월평균기온, 월최고 및 월최저기온의 변화를 그림 2.8에 나타낸다. 월평균 일일누적 수평면일사량은 10분 간격으로 측정된 일사량의 일일 누적치를 월별로 평균한 것이며 1998년 11월의 일사량은 결손되었다.

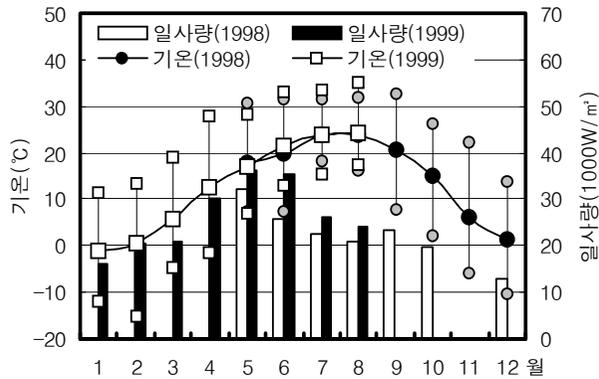


그림 2.8 월평균기온 및 월평균 일일누적 수평면일사량의 변화

한여름인 7, 8월의 경우 월평균 일일누적 수평면일사량이 높을 거라 예상했으나, 1998년과 1999년의 월평균 일일누적 수평면일사량을 보면 오히려 봄에 속하는 4~6월의 수치가 높게 나타났다. 이는 여름철의 장마의 영향으로 판단되며 월평균기온에는 그다지 차이가 보이지 않고 일사량이 적

있던 7, 8월은 월평균기온이 높게 나타났다. 한편, 하회마을의 겨울철 월평균기온은 0℃ 전후이며 여름철의 월평균기온은 25℃ 정도였다.

그림 2.9는 하회마을의 월평균상대습도 및 월평균풍속의 변화를 나타낸 것으로 1999년 4~6월의 풍속데이터는 결손되었다. 하회마을의 월평균 상대습도는 겨울철에 50~60%정도, 여름철에 80~85%정도이다. 또, 월평균풍속은 11월~3월에 1m/sec 이상으로 특히 2월은 2m/sec 이상의 월평균풍속을 보이고 있다. 이에 비해 1998년 5~10월의 월평균풍속은 0.6m/sec 이하로 매우 약한 경향을 보이고 있으며 1999년 7월과 8월은 1998년보다 조금 큰 월평균풍속을 보이고 있으나 1m/sec 정도의 풍속에 불과하다. 이와 같이 하회마을은 늦은 봄(5월)에서 가을(10월)까지 풍속이 매우 약한 특성을 보이고 있다는 것을 알 수 있다.

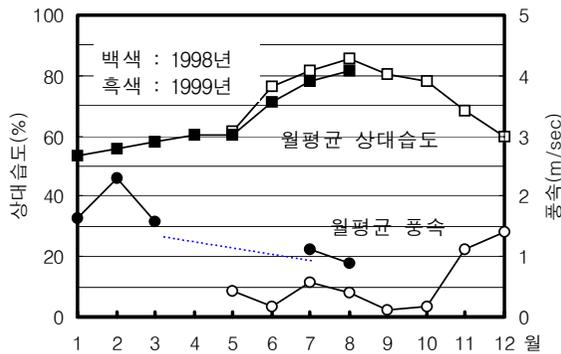


그림 2.9 월평균 상대습도 및 월평균 풍속 변화

한편, 0~360°의 각도로서 기록된 풍향을 8방위로 수정하여 월별 풍향율로 나타낸 것이 그림 2.10이다. 겨울철의 경우 서풍의 비율이 높고 특히 1, 2월에는 서풍의 비율이 50% 이상을 차지하고 있으나, 3월이 되면 서풍의 비율은 20% 정도까지 급격히 감소하고 이후 여름에 다가갈수록 비율이 감소하는 경향을 보이며 7, 8월에는 서풍의 비율이 10% 정도에 불과하다. 3월 이후 서풍이 감소함에 따라 특정 풍향의 비율이 큰 폭으로 증가하는 것이

아니라 서풍 이외의 풍향이 비슷한 비율로 증가하는 경향을 보이고 있다. 서풍의 비율이 가장 작아지는 여름철에는 북동풍, 동풍, 남동풍, 남풍의 4 풍향 비율이 50%이상을 차지하고 있으나 각 풍향의 비율은 15~20%정도로 다른 풍향보다 조금 큰 정도의 비율로 겨울철의 서풍과 같이 주풍향이 라 할 수 있는 정도는 아니다.

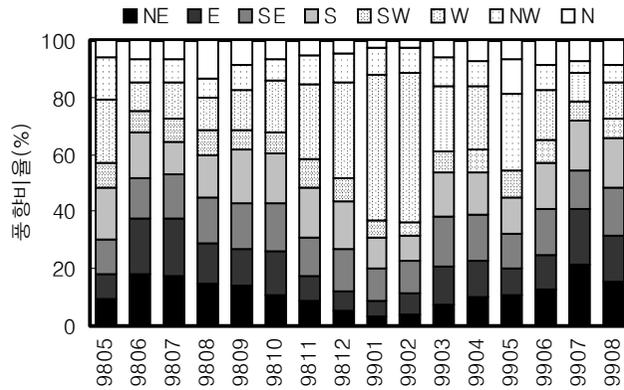


그림 2.10 하회마을의 월별 풍향비율

일반적으로 우리나라는 계절풍의 영향을 받아 겨울철에는 북서풍, 여름철에는 남풍계열의 바람이 많지만 하회마을의 경우는 그림 2.1에 나타낸 것과 같이 서쪽을 제외하고 산으로 둘러싸여 있다는 지형적인 영향에 의해 겨울철에는 서풍이 탁월하며 여름철은 주풍향이 나타나지 않는 것으로 생각되며, 하회마을의 풍수에서는 화산의 기가 서쪽으로 빠져나간다고 하여 마을의 서쪽 강둑에 소나무를 만 그루 심어(만송정) 화산의 기가 서쪽으로 빠져나가는 것을 막는다고 하고 있으며 이상의 결과로부터 마을의 서쪽에 조성한 만송정이 하회마을의 강한 겨울 바람에 대비한 방풍림의 역할을 하고 있다는 것을 예측할 수 있다.

## 제 3장 하기의 옥외 열환경에 대한 검토

### 3.1 하기의 기후특성

월평균을 이용하여 하기(6~8월)를 대상으로 풍속, 풍향, 기온, 상대습도의 일변화에 대해서 검토한다.

#### 3.1.1 풍속 및 풍향의 일변화

6월에서 8월까지 각각 한달 동안에 관측된 풍속데이터를 측정시간별로 평균한 것이 그림 3.1이다. 월평균풍속(그림 2.9)에서와 같이 1999년의 풍속이 1998년보다 조금 큰 경향을 보이지만 풍속이 커지는 주간에도 2m/sec 이하이며 야간에는 평균풍속이 0.5m/sec 전후로 매우 약한 바람이 불고 있다는 것을 알 수 있다.

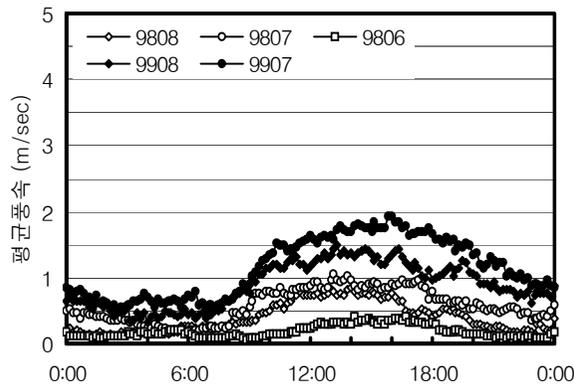


그림 3.1 여름철 풍속의 일변화

그림 3.2는 1998년 및 1999년도의 하기 6월에서 8월까지의 6개월 동안에 관측된 풍향의 일변화를 본 것이다. 주풍향이라 할 수 있는 풍향은 보이지 않지만, 주간과 야간의 풍향에 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 북동풍과

동풍은 20%전후의 비율로 주간과 야간에 걸쳐 거의 일정하게 출현하고 있으나 서풍, 북서풍, 북풍은 야간에는 거의 나타나지 않고 주간에만 15~20%의 비율로 출현하고 있다. 이와는 반대로, 남풍과 남동풍은 주간에 거의 출현하지 않지만 오후부터 비율이 증가하기 시작하여 20시 이후부터는 두 풍향의 비율이 50%를 넘어서고 있다.

즉, 주풍향이 없는 여름철의 경우 주간에는 동풍, 북동풍, 북풍, 서풍이 많고 야간에는 남풍, 남동풍, 동풍, 북동풍의 순으로 빈도가 높다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 하회마을에서 야간과 주간의 풍향이 달라지는 것은 비록 강을 사이에 두고 있으나 삼면이 산으로 둘러싸여 있는 분지와 같은 하회마을의 지형의 영향으로 야간에 냉각된 공기가 산으로부터 낮은 곳으로 하강하여 발생하는 산풍이 형성되기 때문이라 사료된다.

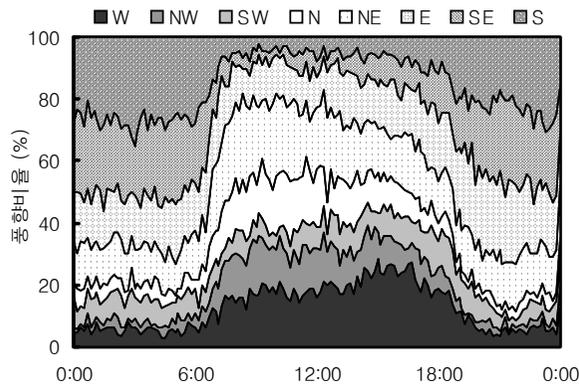


그림 3.2 여름철 풍향의 일변화

### 3.1.2 기온의 일변화

1999년 여름철인 6~8월의 평균적인 기온의 일변화를 그림 3.3에 나타낸다. 각 월별 시각평균기온은 15시경에 26~28℃까지 상승하나 기온이 가장 낮아지는 새벽 6시경 6월은 16℃, 7월과 8월은 21℃정도까지 떨어지고 있으며 7, 8월에 비해 6월의 기온이 3~5℃정도 낮은 분포를 보이고 있다. 월

평균일교차를 살펴보면 7, 8월에 9°C 정도로 비교적 큰 편이며 6월은 이보다 3°C 정도 더 큰 11°C 정도가 된다. 1998년의 경우 6~8월의 월별 시각평균기온은 기온이 최고치가 되는 15시경에 1999년보다 1~3°C 정도 낮은 값을 보이고 있으나 기온이 최저가 되는 새벽 6시경에는 큰 차이가 없었으며 월평균일교차는 1999년보다 조금 작았다.

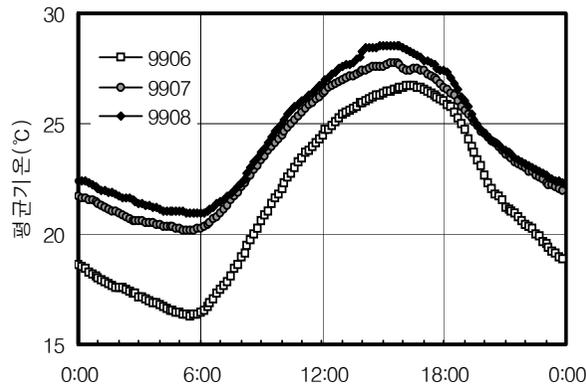


그림 3.3 여름철 기온의 일변화

이와 같이 여름철 하회마을의 일교차가 큰 점에 주목하여 1999년 6~8월을 대상으로 측정시간별로 기온이 20°C 미만, 25°C 이상~30°C 미만, 30°C 이상인 일수를 계산하여 그림 3.4에 나타낸다. 그림에서와 같이 하회마을의 주간에 있어서 거의 대부분의 날이 25°C 이상까지 기온이 상승하며 8월의 경우에는 기온이 30°C 이상까지 상승하는 날이 한 달의 반에 가까운 13일 정도 있었지만 야간이 되면 열대야의 기준인 25°C 이하로 기온이 내려가지 않는 날은 7, 8월에 하루 정도이며 가장 더운 8월에도 10일 이상이 20°C 이하로 내려간다는 것을 알 수 있다(1998년의 6~8월에서도 동일한 결과를 얻었다). 따라서 하회마을은 여름철에 일교차가 크기 때문에 주간에 기온이 30°C 이상까지 상승하여 무더워지더라도 야간이 되면 기온이 25°C 이하로 낮아져서 쾌적하게 쉴 수 있다는 것을 알 수 있다.

이상의 검토에서 하회마을은 여름철의 일교차가 크다는 기후특성을 가지

고 있음을 알 수 있다.

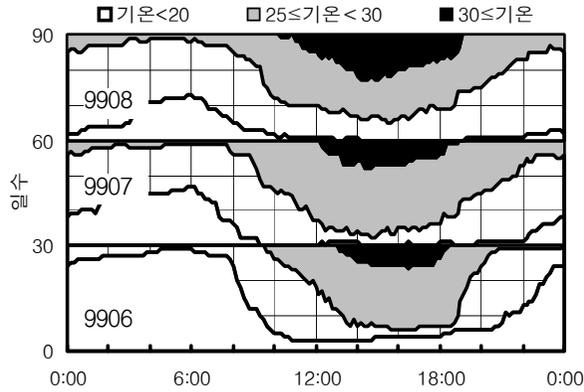


그림 3.4 여름철 기온구분별 일수

### 3.1.3 상대습도의 일변화

여름철 상대습도의 평균적인 일변화를 그림 3.5에 나타낸다. 주간의 상대습도는 50~65%정도의 분포를 보이고 있으나 6월에 비해 7, 8월의 상대습도가 10~12%정도 높은 값을 보이고 있다. 한편, 일몰 직후부터 상승하기 시작하는 상대습도는 새벽 4시경에 90%이상까지 상승하며 일출(여름철 안동의 일출시간은 05:00~06:00시)로부터 1시간 이상이 경과한 7시 이후까지 90%이상을 유지하고 있다. 1998년 6~8월의 경우도 주간의 상대습도가 1999년에 비해 5~10%정도 높았을 뿐 일출전후의 상대습도는 1999년도와 거의 동일하였으며 1999년과 같이 일출 후 1시간 이상 상대습도가 감소하지 않았다.

이와 같이 하회마을이 여름철에 90%이상의 상대습도를 일출이후 1시간 이상 유지하고 있는 것은 사진 3.1에 나타낸 것과 같이 일출전후에 안개가 발생하기 때문으로 생각된다. 내륙지역에서는 발생 후 1~2시간 이내에 없어지는 복사안개가 많으며 바람이 약하고(풍속 0.5m/sec이하) 상대습도가 높은 날 야간에 자주 발생하는데 하회마을의 경우에는 앞에서 검토하였듯이 산으로 둘러싸여 있다는 지형적인 조건과 여름철 야간에 풍속이

0.5m/sec정도인 약한 바람 때문에 하회마을에 기온이 마을을 감싸고 있는 화천의 일출 무렵 수온인 20℃이하로 떨어지는 날이 많아 안개가 발생하기에 좋은 조건을 가지고 있다고 할 수 있다. 그림 3.6은 1999년의 6월에서 8월까지 측정시간별로 상대습도가 90%이상인 날을 산출한 것으로 6시 전후의 상대습도가 90%이상인 날이 한 달에 70%이상으로 우천일을 고려하더라도 여름철 하회마을에는 일출전후에 안개가 많이 발생하고 있다는 것을 알 수 있다.

이와 같은 아침안개발생에 대해 하회마을 주민들은 하천 상류에 안동댐과 임하댐의 건설이후부터 아침안개발생이 많아졌다고 한다.

이상의 검토를 바탕으로 하기의 하회마을에서 방사선상의 골목길은 마을의 중앙부까지 바람을 받아들일 수 있어 골목길의 온열환경 형성에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 골목길의 풍향, 풍속에 대한 열환경과 아침안개가 많이 발생하고 있기 때문에 아침안개발생시의 옥외 열환경에 대해서 검토하기로 한다.

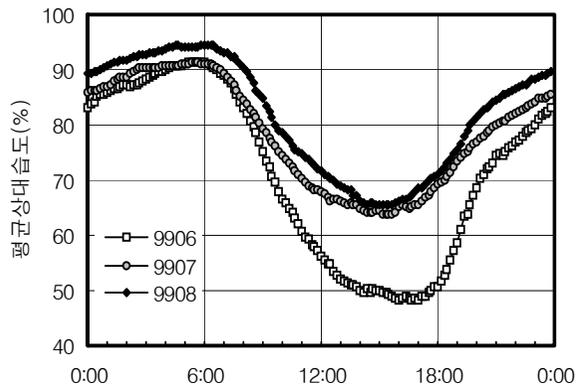


그림 3.5 여름철 상대습도의 일변화



사진 3.1 여름철 하회마을에 발생한 아침안개의 모습  
(만송정에서 부용대를 바라봄, 1998. 8. 17)

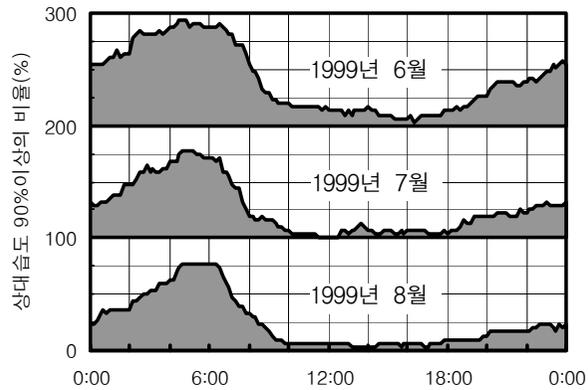


그림 3.6 여름철 상대습도 90%이상의 비율

## 3.2 골목길의 열환경

### 3.2.1 골목길의 풍향

하회마을은 그림 3.7에 나타내는 것과 같이 마을의 중앙부에서 외곽을 향해 방사선상의 골목길이 만들어져 있다. 이와 같은 방사선상의 골목길은 어느 쪽에서 바람이 불어오더라도 마을의 중앙부까지 바람을 받아들일 수 있어 특히 주풍향이 없는 하회마을의 여름철에는 골목길의 온열환경 형성에 유리하게 작용할 것으로 예상되어 골목길에서의 바람의 흐름에 대해 조사하였다.

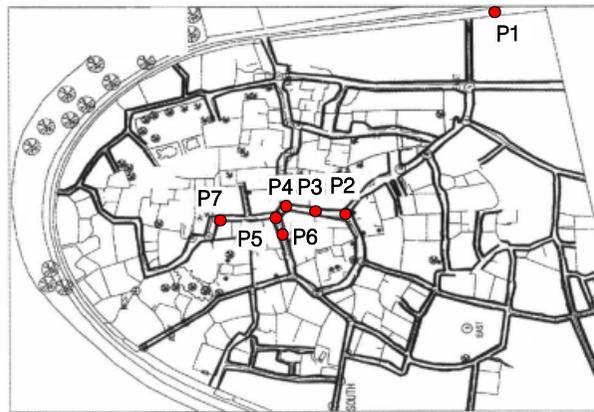


그림 3.7 골목길의 풍향측정 지점

골목길의 풍향조사는 하회마을에서 사람의 왕래가 가장 많은 길을 선택 하여 1999년 8월 17일 11시경부터 30분간 그림 3.7에 표시한 P2~P5지점에서 골목길 중앙 1.2m정도의 높이에 연기를 피우고 연기의 흐름으로 풍향을 관측하였다. 또, 하회마을의 풍속이 강하지 않으며 풍속의 변화가 심하기 때문에 마을외부인 P1에서 마을을 향하여 1m/sec이상 바람이 불 때 무전기로 신호를 하고 P2~P5에서 신호로부터 각 지점에서 바람이 강해진 때의 풍향을 눈으로 관찰하여 기록하였다.

그림 3.8은 그 측정결과를 정리한 것으로 마을의 입구로부터 불어오는 바람이 P2에서 P5를 향하여 골목길을 따라 흘러가고 있음을 알 수 있다. 또, 골목길의 분기점인 P2, P4, P5에서는 골목길을 따라 바람이 분기되거나 각 골목길을 따라온 바람이 합류하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 바람이 골목길을 따라 흐르는 것을 사진 3.3에 나타내는 것과 같이 길의 양쪽 끝에 성인의 눈 높이보다 조금 높은 담이 세워져 있기 때문에 이 담에 의해 바람이 인도되어 골목길을 따라 바람이 흐르는 것으로 생각된다.

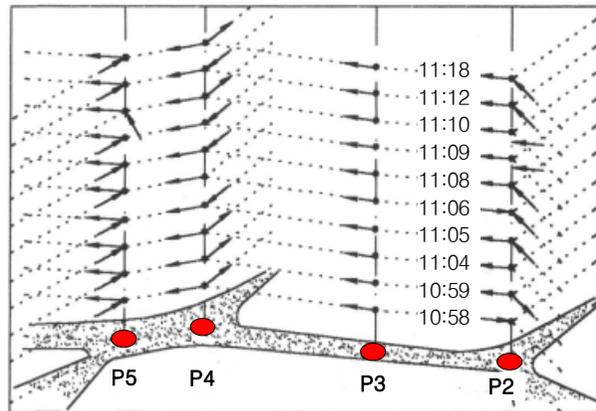


그림 3.8 골목길에서의 풍향

### 3.2.2 마을의 외측과 골목길의 풍속 및 기온의 관계

바람이 골목길을 따라 마을의 중심부로 유입되고 있기 때문에 마을의 외측과 골목길내의 풍속, 기온의 관계를 검토했다.

측정은 그림 3.7에 나타내는 것과 같이 P1, P7에 대해서 1999년 8월 14, 16일(양일 맑음)실시했다. 측정방법은 사진 3.3에 보이는 열선풍속계를 설치하여 P1에서 마을 방향으로 바람이 1m/sec이상 불 때 신호를 보내어, 풍속이 강할 때부터 약할 때까지 최고풍속과 최저기온을 기록했다.



(1) P1



(2) P7

사진 3.2 마을외측(P1)과 골목길(P7)의  
풍속 및 기온측정 모습

P1, P7의 최저기온과 최고풍속의 관계를 그림 3.9에 나타냈다. P1(마을의 외측)의 최고풍속은 1~5m/sec의 범위에 있고 P7(골목길)의 최고풍속은 1~3m/sec이며, 반대로 P1의 최고 풍속보다 강한 경우도 있다. 이 원인에 대해서는 상세한 검토가 필요하리라 생각된다. 또한, P7의 온도는 골목길의 지면과 더불어 축열에 의해 P1의 온도보다 2℃ 정도 높다. 그러나, 그림 3.10에 나타내는 것과 같이 P1, P7에 대한 최고풍속과 최저기온의 상관관계는 보이지 않는다.

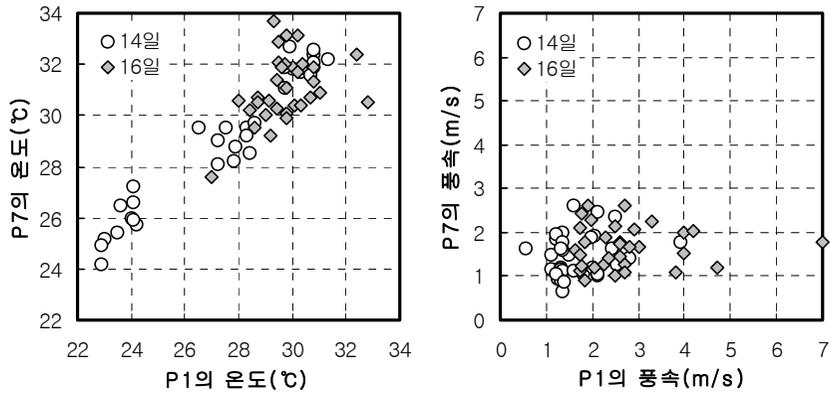


그림 3.9 P1과 P7의 풍속 및 기온의 관계

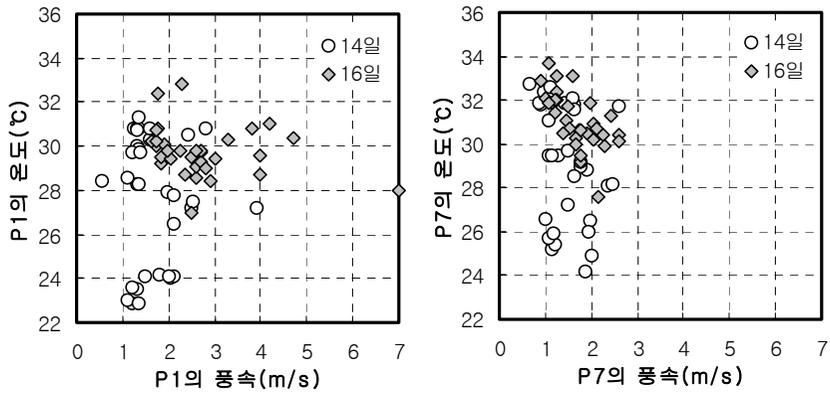


그림 3.10 P1, P7에 대한 기온과 풍속의 관계

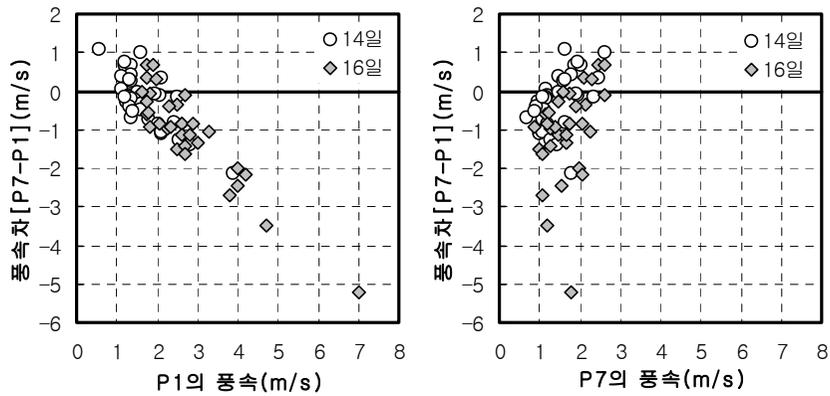


그림 3.11 P1, P7의 풍속과 풍속차의 관계

한편, P1의 풍속과 P1과 P7의 풍속차(P7-P1), P7의 풍속과 P1과 P7의 풍속차(P7-P1)의 상관관계는 그림 3.11에 의해 P1 및 P7의 풍속이 강할 정도로 풍속차가 크게 되는 경향이 보이고 있다.

### 3.2.3 골목길의 풍속과 기온의 관계

골목길에서의 풍속과 기온의 관계를 검토하기 위해 그림 3.7에 나타낸 P7 지점에 사진 3.2와 같이 열선풍속계를 설치하고 기온과 풍속을 1초 간격을 측정하였다. 측정시간은 1999년 8월 17일 오후 2시부터 3시까지이며 측정시간 동안의 평균기온은 32.5℃, 평균상대습도는 47.7%로 매우 맑았다. 또 평균풍속은 2.9m/sec 이었으며 초등학교 옥상의 풍향은 북풍이었으나 골목길에서는 길을 따라 북동쪽에서 바람이 불어오고 있다.

바람은 그림 3.12에 나타내는 것과 같이 풍속이 증가하거나 감소하기 때문에 먼저 풍속이 감소하는 경우와 증가하는 경우로 나누고 풍속이 감소하기 시작해서부터 증가로 바뀔 때까지를 풍속감소시간으로 보고 시간을 계산하였다(그 반대의 경우는 풍속 증가시간).

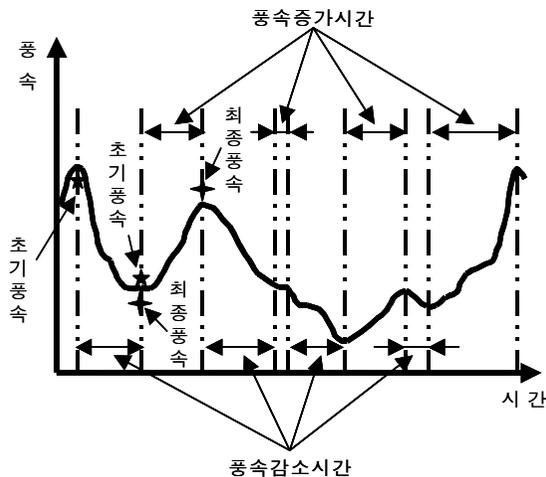


그림 3.12 초기풍속, 풍속감소(증가)시간의 설정

표 3.1 초기풍속에 의한 바람의 분류

| 분류     | 초기 풍속의 크기  |
|--------|--|
| 1 Type | 초기풍속 $\leq 0.5\text{m/sec}$                          |
| 2 Type | $0.5\text{m/sec} < \text{초기풍속} \leq 1.0\text{m/sec}$ |
| 3 Type | $1.0\text{m/sec} < \text{초기풍속} \leq 1.5\text{m/sec}$ |
| 4 Type | $1.5\text{m/sec} < \text{초기풍속} \leq 2.0\text{m/sec}$ |
| 5 Type | $2.0\text{m/sec} < \text{초기풍속}$                      |

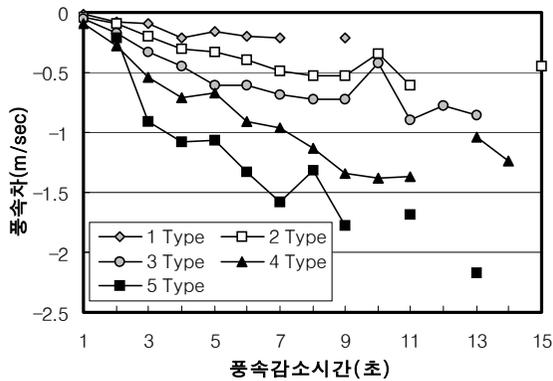
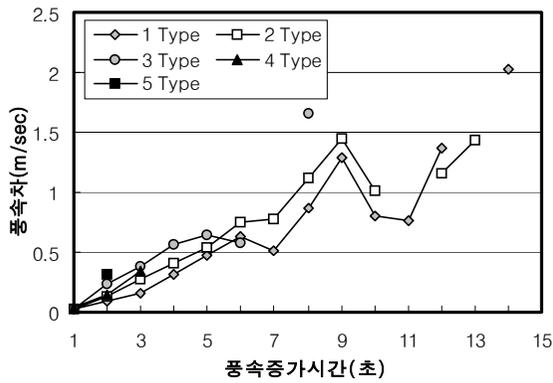


그림 3.13 초기풍속 및 풍속변화시간과 풍속차의 관계

풍속이 증가하는 경우, 풍속이 증가하기 시작할 때의 풍속과 기온을 초기풍속, 초기기온, 풍속이 증가에서 감소로 바뀌기 직전의 풍속과 온도를 최종풍속, 최종기온으로 하고 초기풍속을 기준으로 표 3.1과 같이 5단계로 분류하였다. 또, 풍속차와 기온차는 초기풍속과 최종풍속, 초기기온과 최종기온의 차로 구하였다.

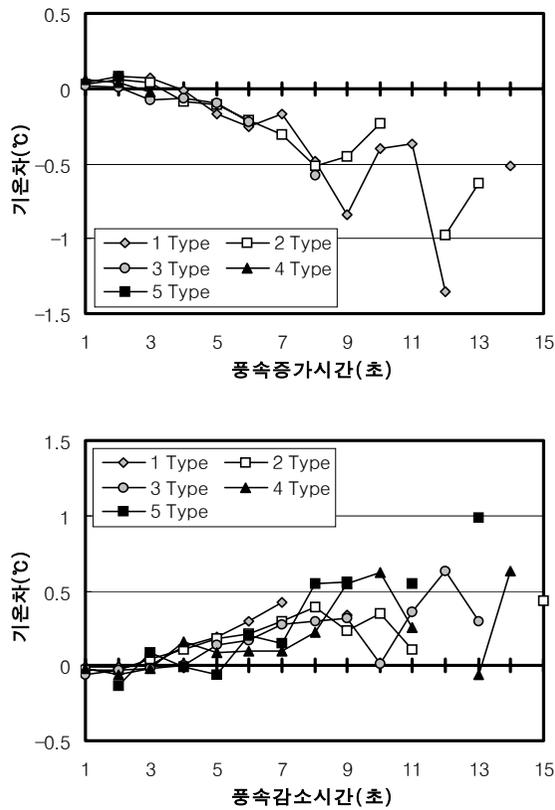


그림 3.14 초기풍속 및 풍속변화시간과 기온차의 관계

그림 3.13과 3.14는 각 조건별로 평균값을 구해 바람이 분 시간과 온도차 및 풍속차를 검토한 것이다. 먼저 초기풍속과 최종풍속의 차를 보면 풍속

이 감소할 경우 초기풍속이 크고 감소하는 시간이 길수록 풍속차가 커지는 경향을 보이며 최대 2m/sec까지 풍속차가 나타난다. 풍속이 증가할 경우에도 비슷한 경향이 나타나지만 초기풍속의 크기에 의한 영향은 크지 않다.

한편, 기온의 경우, 풍속의 증가, 감소하는 시간이 길수록 온도차도 커지며 풍속이 감소하는 경우에는 약 0.5℃, 증가하는 경우는 약 1℃의 차가 생기지만 초기풍속의 크기의 영향은 거의 보이지 않는다. 따라서, 골목길에서의 기온저하 또는 상승은 풍속보다는 바람이 부는 시간에 크게 영향받고 있다고 할 수 있다. 또한, 풍속의 증가시간이 4초보다 짧을 경우 기온차는 + 값을 나타내고 있으며 풍속이 감소하는 경우에도 감소시간이 4초보다 짧을 경우 기온차는 - 값을 보이고 있다. 이와 같은 결과로부터 풍속이 증가하면 곧바로 기온이 내려가는 것이 아니라 풍속이 증가하기 시작한 때부터 약 3초간은 오도가 계속 상승하고 있다는 것을 알 수 있다. 따라서, 4초 이상 풍속이 증가하는 바람이 골목길의 열환경을 개선할 수 있으며 풍속증가시간이 4초보다 짧은 바람은 골목길의 열환경 개선에 영향을 주지 못한다고 할 수 있다.

### 3.3 아침안개 발생시의 옥외 열환경

아침 안개의 발생에 의해 일사량과 기온이 안개의 영향을 받을 것으로 예상되나 일사량은 구름의 영향도 크게 받기 때문에 아침의 일사량 변동패턴이 비슷했던 1999년 8월 10일, 11일, 16일, 17일을 대상으로 일사량과 상대습도 및 기온의 관계에 대해 검토하였다.

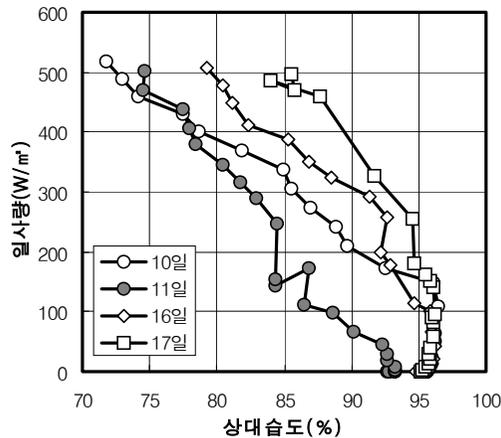


그림 3.15 아침안개 발생시의 상대습도와 일사량의 관계

대상일의 아침 5시에서 9시까지의 일사량과 상대습도의 관계를 나타낸 것이 그림 3.15이다. 8월 10일, 16일, 17일은 아침 안개의 발생이 확인된 날로 일사량이 증가하여도 상대습도는 곧바로 감소하지 않고 95%이상을 일정시간 유지하고 있으며 10일은 7시경부터 16일과 17일은 8시경부터 상대습도가 감소하기 시작한다. 이에 비해 안개가 발생하지 않았던 11일은 일사량이 증가함과 동시에 상대습도가 감소하고 있다.

그림 3.16은 일사량과 기온의 관계를 본 것으로 안개가 발생한 16일 17일의 새벽 기온은 화천의 수온보다 낮은 20℃ 이하이며 10일은 21℃보다 조금 높으나 안개가 발생하지 않은 10일보다는 기온이 약 1℃ 낮게 나타났

다. 그러나 안개에 의한 온도상승의 지연시간은 상대습도 감소의 지연시간보다 짧다.

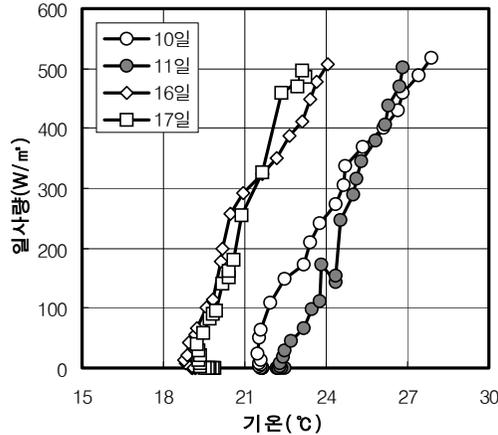


그림 3.16 아침안개 발생시의 기온과 일사량의 관계

안개가 발생한 경우, 마을 외곽지역의 풍향을 검토하기 위해 그림 3.17에 나타내는 것과 같이 마을을 둘러싼 3면의 강변(P1~P3)에서 풍속과 풍향을 측정하였다. 측정일은 1999년 8월 17일이며 아침안개가 발생하기 직전인 6시 14분부터 안개가 완전히 걷힌 8시 30분까지 총 230회 측정하였다.

그림 3.17에 나타내듯이 P1지점에서는 관측된 바람의 50%가 마을을 향하는 바람(남서·남·남동풍)이었고 P2지점에서는 90%가 마을을 향하는 바람(남서·서·북서풍), P3지점에서도 60%가 마을을 향하는 북동풍, 북풍, 북서풍이었으며 3지점의 풍속은 1m/sec 이하였다. 사진 3.3은 아침안개가 발생한 1999년 8월 10일 하회마을의 북쪽에 있는 부용대에서 하회마을을 내려보며 촬영한 것으로 마을의 동쪽에서 발생한 안개가 마을을 덮은 위에서쪽으로 이동해 가고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 해풍의 원리와 같이 일출직후 마을 쪽에 상승기류가 발생하여 3면의 강으로부터 마을을 향하는 약한 바람이 발생하기 때문으로 판단된다.

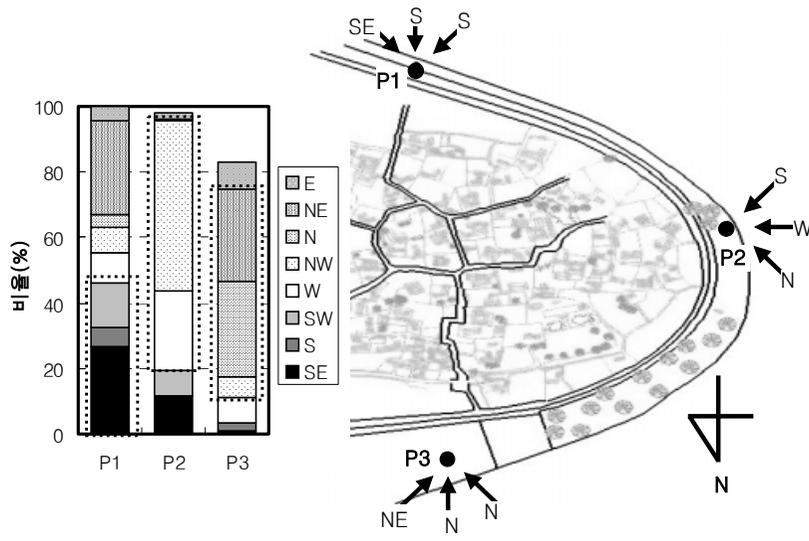


그림 3.17 아침안개가 발생한 경우 마을외곽의 풍향



사진 3.3 아침안개의 이동모습(1999. 8. 10)

## 제 4장 동기의 옥외 열환경에 대한 검토

### 4.1 동기의 기후특성

#### 4.1.1 풍속 및 풍향의 일변화

겨울철의 풍속은 여름과는 달리 그림 4.1에 나타내듯이 주간에 3~4m/sec의 강한 바람이 불고 있으며 야간에도 1~2m/sec의 바람이 불고 있는 기후특성을 보이고 있다.

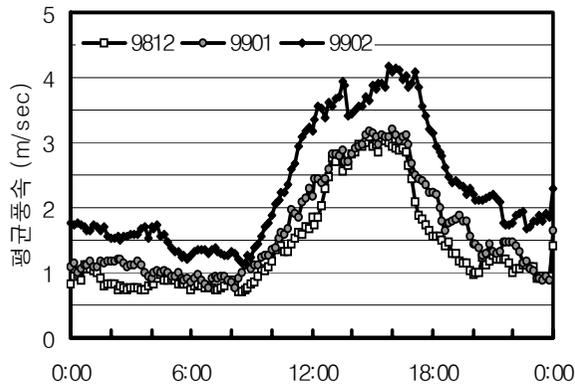


그림 4.1 겨울철 풍속의 일변화

한편, 그림 4.2는 1998년 12월~1999년 2월의 3개월 동안 하회마을에서 관측된 풍향을 측정시간별 비율로 나타내어 풍향의 일변화를 검토한 것이다. 그림 2.10의 하회마을의 월별 풍향비율에서와 같이 겨울철에 있어서 풍향의 비율이 가장 높았던 서풍이 주간에 60%이상, 야간에도 30%정도를 차지하고 있다. 또, 야간에는 거의 출현하지 않던 북서풍이 주간에는 20%정도의 비율로 출현하고 있어 겨울철 주간에는 서풍과 북서풍이 풍향의 80%이상을 차지하고 있다. 북서풍과는 반대로 주간에 거의 출현하지 않던 남풍과 남동풍은 서풍의 비율이 감소하는 18시경부터 출현빈도가 증가하기 시작하여 밤 21시 이후부터 아침 9

시경까지 각각 20%정도의 비율로 출현하고 있다. 이는 하회마을의 겨울철 주 풍향이 비록 서풍이지만 야간에는 남풍과 남동풍에 대한 대책도 필요하다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

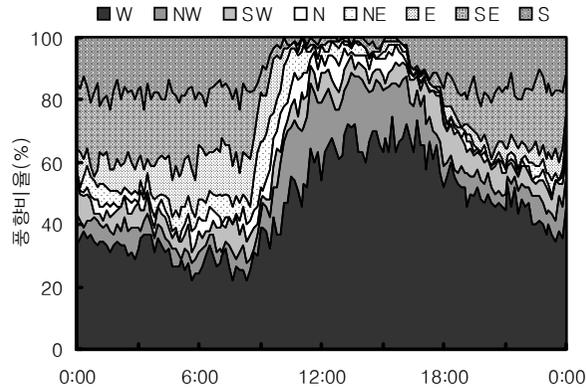


그림 4.2 겨울철 풍향의 일변화

#### 4.1.2 기온의 일변화

그림 4.3은 겨울철 기온의 평균적인 일변화로 여름철과 비슷한 15시경에 월별 시각평균기온이 5℃~8℃정도로 가장 높으며 아침 8시경에는 -5℃~-2℃까지 떨어져 11℃~12℃의 비교적 큰 월평균일교차를 보이고 있다.

이상의 검토에서 하회마을은 겨울철의 일교차가 비교적 크다는 기후특성을 가지고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 일교차가 큰 것은 분지와 비슷한 하회마을의 지형적 특성과 야간의 약한 풍속의 영향으로 주위의 산을 타고 흘러 내려온 냉각된 차가운 공기가 하회마을 주위에 정체하여 냉기호(冷氣湖)<sup>4)</sup>를 형성하기 때문으로 생각된다.

4) 吉野正敏, 小氣候, 地人書館

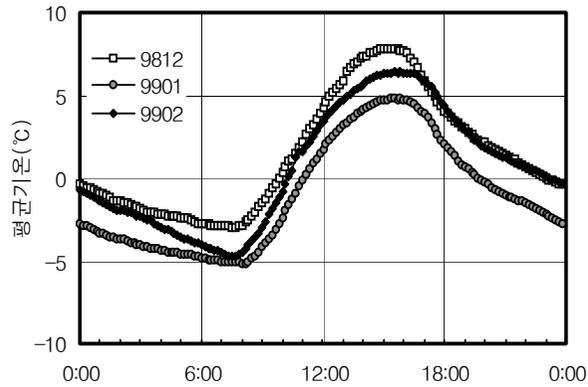


그림 4.3 겨울철 기온의 일변화

#### 4.1.3 상대습도의 일변화

겨울철 상대습도의 평균적인 일변화는 그림 4.4에 나타내듯이 주간에 30%까지 감소하였다가 증가하기 시작하여 아침 7시경에 70~80%까지 상승하지만 일출(겨울철 안동지역의 일출시간은 07:00~07:40) 후 1시간 이내에 감소하기 시작한다.

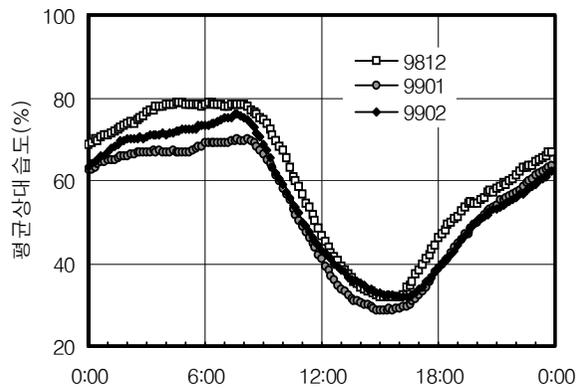


그림 4.4 겨울철 상대습도의 일변화

이상의 검토에 의해 하회마을은 풍수적으로 ‘허(虛)’한 북서쪽에 만그루의 소나무를 심어 겨울철 차가운 바람에 대하여 방풍역할을 한 만송정과

하회마을의 서쪽에서 마을 중앙까지 직접 도달하는 골목길이 없고 마을의 중심에서 방사형으로 뻗은 골목길에 의해서 겨울의 주풍향인 서풍의 영향이 골목길에 의해 감소되리라 생각되어 만송정의 방풍효과와 골목길의 방풍효과에 대하여 검토하기로 한다.

## 4.2 만송정의 방풍효과

하회마을의 겨울철 주풍은 서풍이므로 풍수적으로 ‘허(虛)’한 북서쪽에 만그루의 소나무를 심어 차가운 북서풍을 막아주는 방풍림의 역할을 할 것으로 예상되어 방풍효과에 대하여 검토한다.

### 4.2.1 방풍림의 역할

인체의 쾌적과 건물설계에 영향을 미치는 기후요소로 일사와 더불어 바람의 요인이 크다고 할 수 있다. 바람은 일사, 기온, 습도, 복사 등과 상호관계 그대로 인간의 체감온도에 큰 영향을 준다. 물체의 열을 직접 빼앗아, 더욱 수분을 증발시키는 것에 따라 증발열을 빼앗기 때문에, 바람이 불면 기온보다도 낮게 느껴진다. 기온이 높은 날은 풍속 1~3m/s의 바람은 쾌적한 체감을 느끼지만, 기온이 낮은 날의 바람은 1m/s정도라도 상당한 추위로 느껴진다. 그림 4.5에 나타난 것처럼 수목의 방풍효과에 의해서 겨울의 차가운 바람을 막는다면 따뜻함을 느끼고, 반대로 여름에 통풍으로 활용하면 시원함을 느낄 수 있다. 즉, 풍속이 1m/s불때 체감온도는 약 2°C 내린다고 한다.<sup>5)</sup>

옛부터 방풍림은 바람이 강한 해안지방이나 농가의 논밭에 많은 예가 보인다. 이는 풍속의 감소뿐만 아니라 작업환경의 개선 그리고 심미적 가치를 증진시키기 때문이다. 또, 대부분의 수목은 송림이 주류를 이루고 있어 낙엽송보다는 투과율이 떨어지지만, 우리나라의 토양과 기후에 잘 맞고 겨울에 입을 유지하고 있기 때문에 방풍효과가 크며 야생동물의 서식을 위해서도 유리하다.

방풍효과의 범위는 풍속 및 투과율에 의해서, 또는 지표면의 상태에 의해서 차이가 있지만, 그림 4.6에 나타내듯이 보통 방풍림의 높이를 H라 하면, 20~30H정도는 방풍효과가 있으며, 바람의 입각도에 있어서는 방풍림

5) 新田伸三의 2인, 環境綠化における微氣象の設計, 鹿島出版會, 1981. 9

에 직각으로 부는 바람에 대하여 가장 효과가 크다고 할 수 있다. 방풍림의 투과율 또한 0~30H에서는 20~40% 정도의 투과율이 효과적인 것으로 나타났다는 연구사례가 있다.

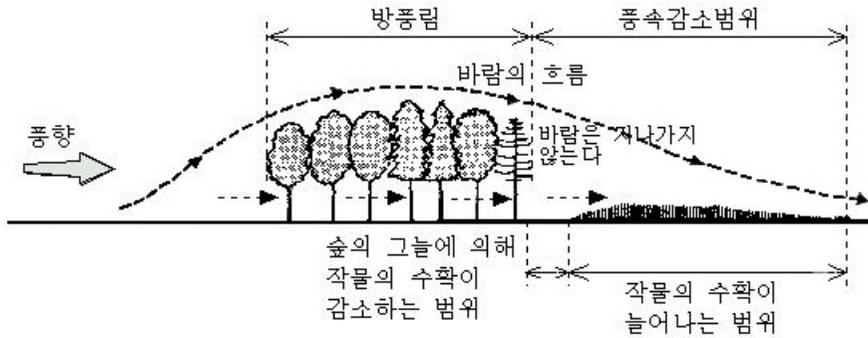


그림 4.5 방풍효과 및 범위

출처 : 新田伸三의 2인, 環境綠化における微氣象の設計, 鹿島出版會, 1981. 9

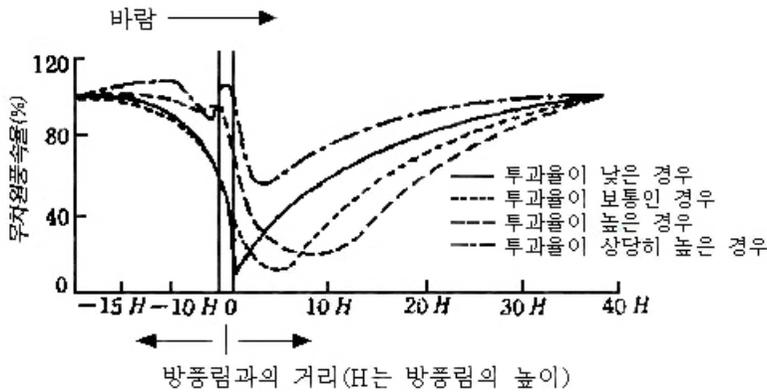


그림 4.6 방풍림 주변의 풍속분포(Panfilov, 1948)

출처 : 新田伸三의 2인, 環境綠化における微氣象の設計, 鹿島出版會, 1981. 9

#### 4.2.2 만송정의 방풍효과 검토

만송정의 방풍효과를 검토하기 위해서 그림 4.7에 나타난 것처럼 A지점에서 H지점까지 만송정을 기준으로 전후 7지점을 설정하였다. 앞 절의 동기의 기후개요에서 알 수 있듯이 겨울의 주풍향은 서풍이기 때문에 바람이 강할 것이라 예상되는 강변쪽의 A지점과 B지점, 반대로 약해질 것이라 예상되는 만송정 숲안의 C지점 그리고 마을 안쪽의 D, E, F, G, H지점으로 나누어서 각각의 지점에서 열선풍속계와 풍향풍속계, 온·습도계를 이용하여 10분 간격으로 풍속, 온도, 습도를 측정하였다. 또, 하회마을을 대표하는 기후로 검토하기 위해 마을의 남측 강둑을 선정하여 옥외자동기상측정장치 (automatic weather system : 이하 'aws'라 함)를 설치했으며 기온, 습도, 풍향, 풍속, 일사, 강수량의 6항목에 대하여 10분 간격으로 측정하여 왔다.

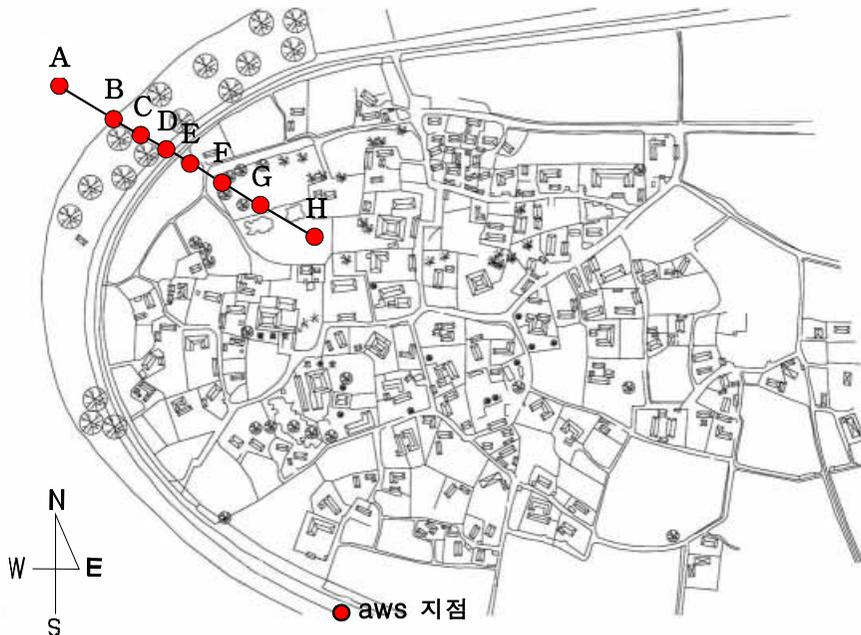


그림 4.7 만송정 방풍효과 측정점 위치

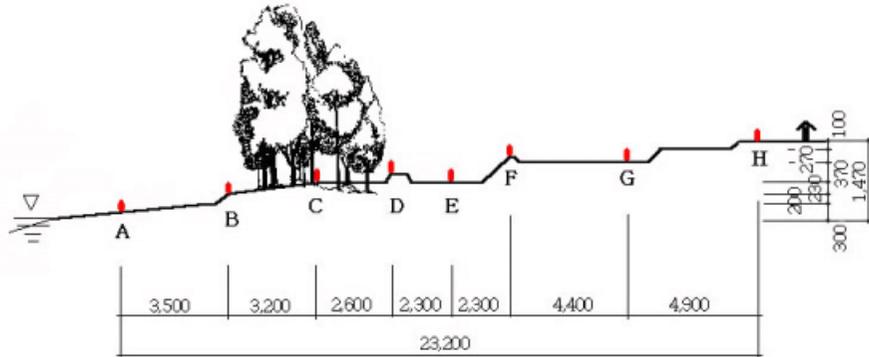


그림 4.8 만송정 단면도(단위 : cm)



(1) A지점



(2) F지점

사진 4.1 만송정 방풍효과의 풍향 및 풍속, 온·습도의 측정사진

실험기간은 2002년 2월 25일과 26일 이틀동안 오전 10부터 오후 6시까지 측정하였으며, A와 F지점에서는 종일 측정하였고, B~E, H지점은 2시간씩 측정하였다.

그림 4.8은 만송정 방풍효과의 측정점의 위치를 단면으로 나타낸 것이다.

강변쪽의 A지점에서 마을 중심을 차지하고 있는 삼신당의 표고와 같은 H 지점은 약 15m정도 높이에 있으며, 마을 안쪽으로 갈수록 표고가 높아진다는 것을 알 수 있다. 사진 4.1은 만송정을 기준으로 강변쪽의 A지점과 마을 안쪽의 F지점의 실측실험 장면이다.

측정일인 25일과 26일의 기상은 구름이 없고 화창한 맑은 날씨였다. 25일 측정시의 평균기온은 10.8℃이고, 26일은 11.3℃를 나타내었으며, 평균풍속은 3.8m/s, 1.8m/s로 나타나 25일과 26일의 풍속차가 크게 남을 알 수 있다. 평균습도에서는 25일은 40.5%, 26일은 29.8%로 나타났으며, 평균일사는 25일은 398W/S, 26일은 412W/S로써 25일의 습도가 26일보다 약간 많게 나타나 일사에서도 14W/S정도 낮음을 알 수 있다. 풍향에 있어서는 그림 4.7의 하회마을에 설치되어 있는 aws의 풍향을 8방위로 변환하여 보면 그림 4.9에서와 같이 서풍의 빈도가 탁월함을 볼 수 있다.

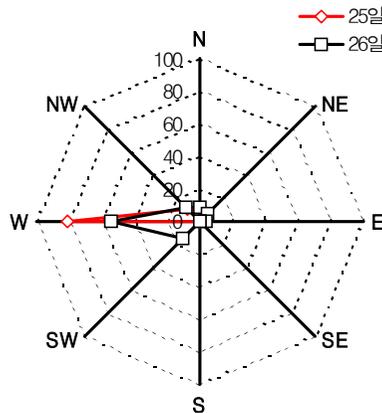


그림 4.9 aws의 풍향 빈도

그림 4.10의 만송정 풍속의 측정시간별 패턴변화를 나타낸 것이다. aws의 풍속과 만송정의 외측 강변쪽에서 측정한 A지점의 풍속패턴이 비슷함을 볼 수 있다. A지점을 기준으로 풍속이 강한 25일의 경우를 보면 풍속이 약한 오전에는 마을 안쪽에 있는 F지점과 거의 비슷하게 상승하나 정오를

지나면서 서서히 만송정을 사이에 두고 이분화 되기 시작한다. C, D지점의 경우도 F지점과 유사한 패턴을 보이고 있다. A지점과 aws를 제외한 다른 지점들과의 주간의 경우 약 2.5m/s의 높은 풍속차를 보이고 있다.

풍속이 약한 26일의 경우에는 주간에는 aws, A지점과 다른 지점 사이의 약 1m/s 정도의 낮은 풍속차를 보이고 있으나, 25일의 경우와 같이 aws, A지점의 풍속패턴이 비슷함을 나타내고 있으며, 주간으로 갈수록 다른 지점들과는 이분화현상이 나타남을 볼 수 있다.

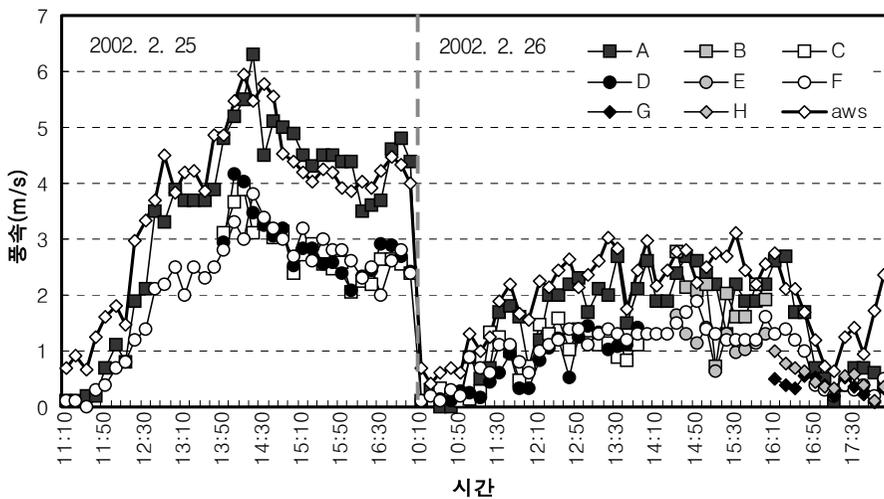


그림 4.10 만송정 풍속의 측정시간별 패턴변화

A지점의 풍속과 A지점의 풍속에서 각 측정지점의 풍속을 뺀 풍속차의 관계를 그림 4.11에 나타냈다. A지점의 풍속이 다른 지점의 풍속보다도 강함을 알 수 있으며, 또한 풍속이 강하면 강할수록 풍속차도 크게 나타났다. 즉, 만송정은 풍속이 강하면 강할수록 일정하게 방풍림의 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다. 점선으로 표시된 타원 안의 B지점의 풍속차는 - 값을 나타내고 있는데, 이것은 그림 4.8의 단면도에서 보듯이 강둑에 의하여 바람이 난류를 형성하기 때문으로 생각된다.

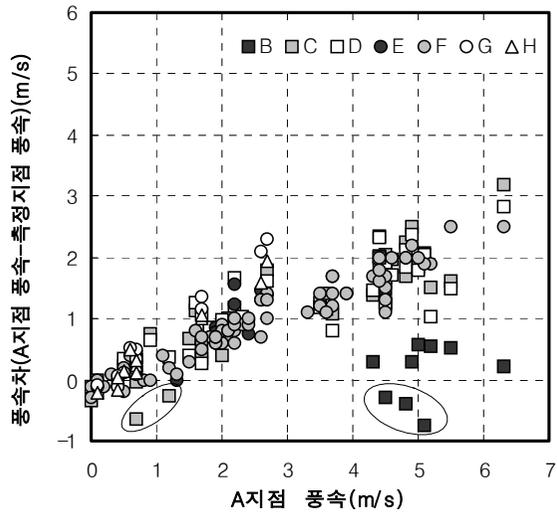


그림 4.11 A지점의 풍속과 풍속차의 관계

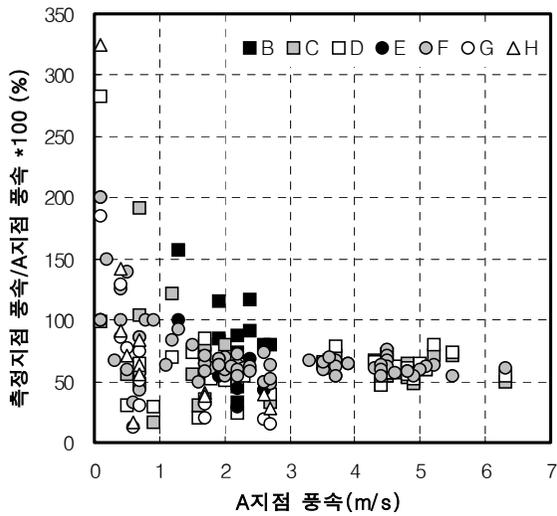


그림 4.12 A지점의 풍속과 풍속비율의 관계

만송정의 방풍효과가 A지점에 비해 각 측정지점에서는 얼마만큼의 방풍 효과를 나타내는지 그림 4.12에서와 같이 비율(측정지점 풍속/A지점 풍속

× 100 ; 이하 ‘풍속비율’이라 함)을 나타내었다. 풍속차에서도 알 수 있듯이 풍속이 약할 경우 편차가 크나, 풍속이 강하면 편차가 작아짐을 볼 수 있다. 즉, 만송정의 방풍효과는 풍속이 강할수록 일정한 비율로 수렴하고 있다는 것을 알 수 있다.

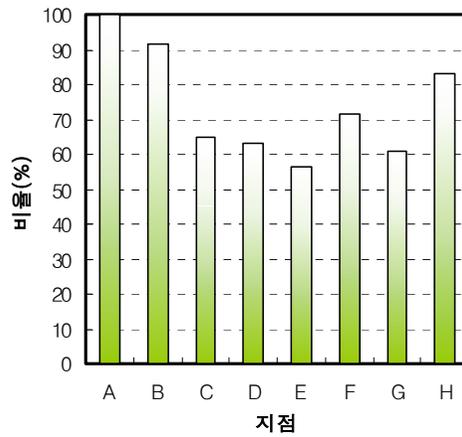


그림 4.13 풍속비율의 평균 그래프

그림 4.13은 각 지점의 평균풍속비율을 막대그래프로 나타낸 것이다. 강둑에 위치한 B지점은 A지점에 비해 비율이 9%정도 감소하지만, C지점은 35%로 급격하게 감소함을 볼 수 있다. 이것은 C지점이 만송정 숲속에 있기 때문에 만송정의 소나무에 의해서 풍속이 저감되었으리라 생각된다. F지점의 경우는 27%로 C, D, E지점에 비해 비율이 낮게 나타났는데, 이는 언덕에 위치해 있어서 바람이 마을 안쪽으로 만송정을 넘어 타고 내려오기 때문이라 예측되며, H지점의 경우도 풍속비율이 17%로 낮게 나타났는데, 측정지점의 뒤에 있던 북촌댁의 담에 의한 영향이라 판단된다.

그림 4.6과 비교해 보면, 나무높이에 의한 방풍림과의 거리 관계에서는 적용하기 어렵지만, 방풍림을 투과하는 곡선그래프에서는 그림 4.13을 적용할 때 투과율이 보통인 경우에 가깝게 나타난다.

### 4.2.3 만송정에 의한 기온 및 습도의 변화

만송정의 방풍효과에 의하여 각 측정지점의 기온 및 습도가 A지점에 비해 어떠한 관계를 맺고 있는지 알아보기 위해 먼저 A지점의 풍속과 A지점의 온도에서 각 측정지점의 온도를 뺀 온도차와의 관계를 그림 4.14에 나타내었다.

A지점 풍속이 3m/s이하로 비교적 풍속이 약한 경우에는 온도차가 크게 나타났으며, 반대로 3m/s이상으로 풍속이 강한 경우에는 온도차가  $\pm 1$ 로써 작게 나타났다.

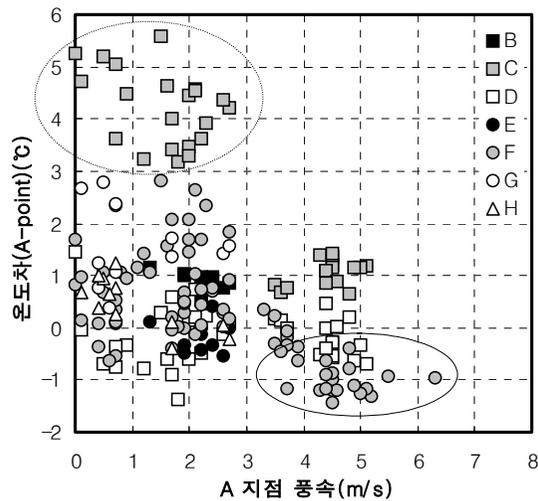


그림 4.14 A지점 풍속에 대한 온도차의 관계

그림 4.14에서 점선타원형으로 표시되어 있는 C지점의 경우에는 지점의 위치가 만송정 속에 있기 때문에 일사의 영향이 거의 없으며, 또한 풍속이 약하여 온도차가 크게 나타났다. 풍속이 셀수록 실선타원형에 표시된 것처럼 마을 안쪽에 위치해 있는 D, F지점은 강변쪽에 위치해 있는 A지점의 기온보다 높게 나타났다. 25일 측정시의 평균일사는 398W/S, 26일은 412W/S로써 26일의 일사가 약간 많게 나타났으나, 큰 차이는 보이지 않았

다. E지점의 온도차는 0을 기준으로 변화가 거의 없으며, G지점에서는 풍속이 약할 때 G지점의 온도차가 크게 나타났고 H지점도 0을 기준으로 거의 비슷한 분포를 보이거나, 약간 높게 나타났다.

따라서, 만송정이 겨울철 서쪽에서 불어오는 강한 바람을 막아줌으로써 마을 안쪽은 상대적으로 기온이 높게 유지됨을 알 수 있다.

그림 4.15는 기온과 마찬가지로 A지점의 풍속에 대하여 A지점의 습도와 각 지점의 습도를 뺀 습도차와의 관계를 나타내었다.

타원으로 표시한 C지점을 제외하면 전체적으로 습도차는  $\pm 5$  이내로 작으며, C지점은 만송정 안에 위치해 있기 때문에 기온이 낮아 상대적으로 습도차가 높게 나타난 것으로 생각된다.

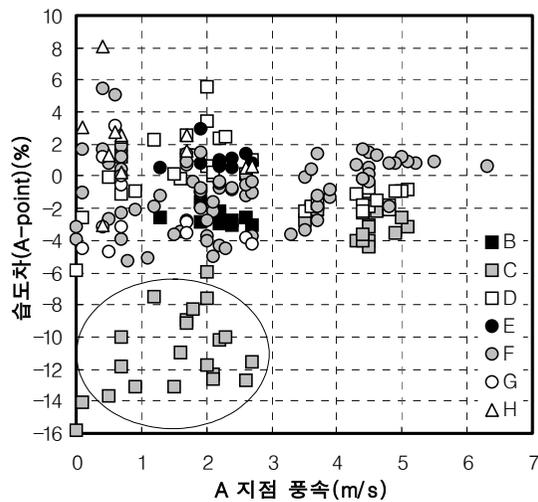


그림 4.15 A지점 풍속에 대한 습도차의 관계

### 4.3 골목길의 방풍효과

겨울의 주풍향이 서풍인 반면 하회마을의 서쪽에서 마을 중앙까지 직접 도달하는 골목길이 없기 때문에 겨울철 차가운 서풍의 영향은 감소하리라 예상되어 마을 중앙을 중심으로 외측에 방사형으로 뻗은 6개의 골목길에 측정지점을 그림 4.16과 같이 풍속의 변화가 있는 지점을 예상하여 a1~a4, b1~b5, c1~c7, d1~d3, e1~e5, f1~f2지점을 설정하고, 사진 4.2와 같이 열선풍속계, 온·습도계를 이용하여 10분 간격으로 측정하였다. 풍향은 하회마을의 큰 골목길을 주축으로 서쪽에서 불어오는 바람이 골목길을 따라 흐르는지를 검토하기 위하여 c3, c4, d3, b5, a3, a4, a2지점에 풍향풍속계를 설치하여 10분 간격으로 1시간 또는 2시간 동안 측정하였다.

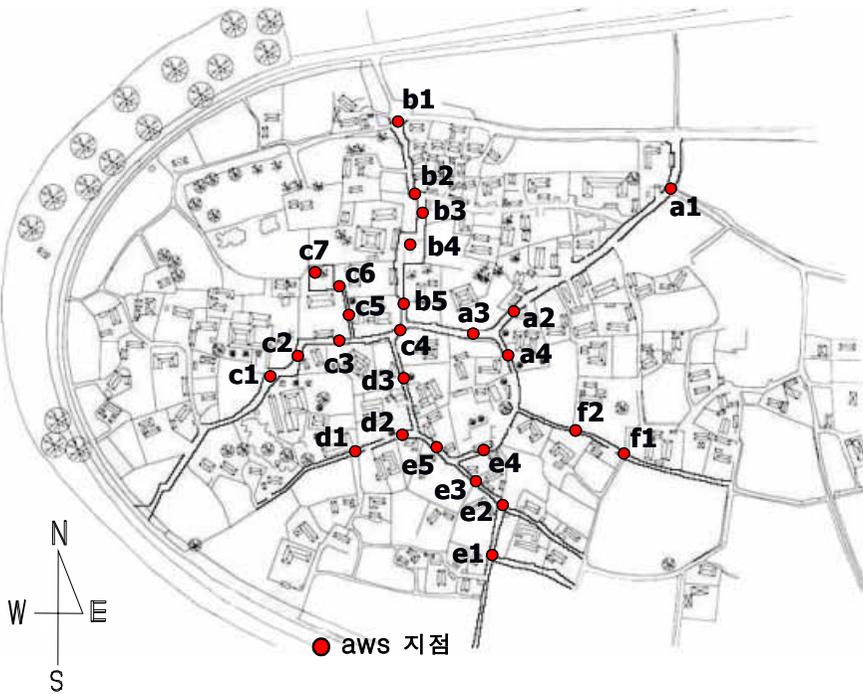


그림 4.16 골목길 방풍효과 측정점 위치



(1) c4지점

(2) d2지점

사진 4.2 골목길 풍향 및 풍속, 온·습도의 측정사진

2002년 2월 27일부터 2002년 3월 7일까지 9일간 중 우천(雨天)과 장비의  
여건으로 인하여 5일간 측정하였다. 2월 27, 28일, 3월 4일은 골목길의 방  
풍효과에 대하여 측정하였으며, 2월 27일, 3월 6일, 7일은 골목길의 풍향에  
대하여 측정하였다.

### 4.3.1 골목길의 방풍효과 검토

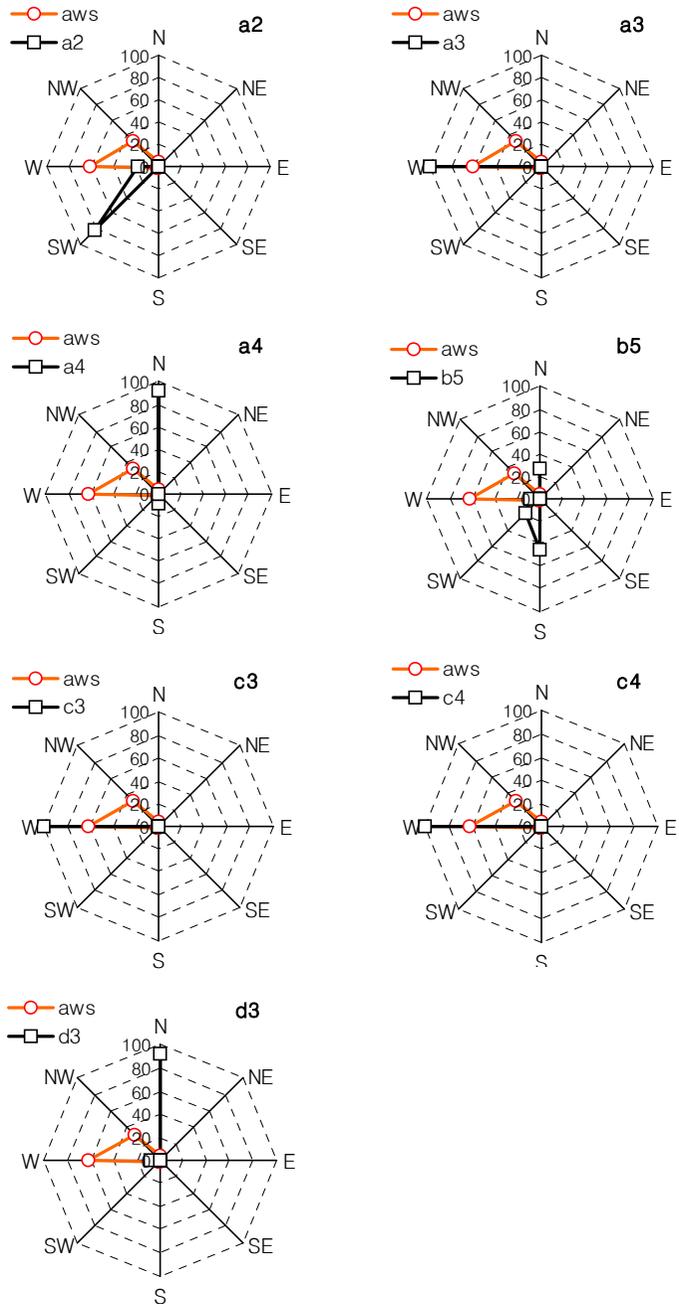


그림 4.17 골목길의 8방위 풍향비교

겨울철 마을 외측에서 불어오는 차가운 바람이 중심이 되는 골목길을 따라 마을 중앙까지 들어와서 어느 방향으로 흘러 빠져나가는지 알아보기 위해 그림 4.16에 표시된 것과 같이 a2, a3, a4, b5, c3, c4, d3지점에 풍향계를 설치하여 10분 간격으로 2시간동안 측정하였다. 그림 4.17은 측정한 풍향데이터의 각도를 8방위로 변환하여 나타내었다. 모든 측정지점에서의 aws의 풍향은 서풍을 가리키고 있으며, 서쪽에서 불어오는 바람은 골목길을 따라 c3, c4, a3, a2지점으로 흘러 나감을 알 수 있다. 또한 분기되는 골목길인 d3, b5, a4지점에서의 풍향은 골목길을 따라 불어오는 바람이 분기되는 골목길을 따라 빠져나간다는 것을 볼 수 있다. 그림 4.17의 8방위 풍향을 측정지점에 바람의 방향을 간단하게 표시하면 그림 4.18과 같다.

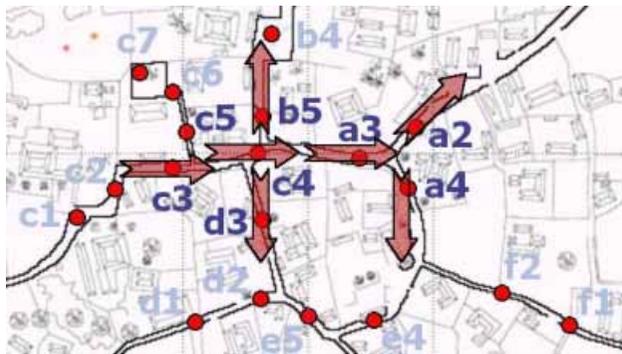


그림 4.18 골목길에서 풍향

하회마을의 겨울철 서쪽에서 불어오는 바람의 세기는 방사형으로 뻗은 마을 외측의 골목길을 따라 마을 중앙까지 들어온다. 이때 골목길의 방풍 효과에 대해 그림 4.16에 표시된 것과 같이 골목길의 각 지점 line의 풍속과 aws의 풍속과의 상관관계를 그림 4.19에 나타내었다.

그림 4.19에서 각 line의 풍속은 aws의 풍속보다 약하다는 것을 알 수 있으며 aws의 풍속이 약하거나 센 경우로 거의 이분화되어 있음을 볼 수

있다. a line의 경우에서 aws의 풍속이 센 경우를 보면 a2가 a3, a4에 비해 풍속이 약 0.5~1m/s정도 강함을 보이며, 반대로 풍속이 약한 경우에는 거의 비슷한 분포를 보이고 있다.

c line에서는 c3의 풍속이 c4에 비해 약 0.5m/s정도 강함을 보이고 있고, e line의 e4는 e3에 비해 약 1m/s정도, e2에 비해서는 약 0.5m/s정도로 강함을 보이며, f line은 거의 비슷한 분포대를 유지하고 있다.

그림 4.20은 골목길의 풍속에 대하여 비율을 나타내었다. 대체로 방사형으로 뻗은 외측지점인 a1~f1에서의 풍속이 강함을 알 수 있으며, 마을 중심부로 갈수록 풍속의 비율이 낮음을 나타내고 있다. 그러나, b5에서는 풍속의 비율이 다소 높은 편인데, 이는 그림 4.18에서 검토한 것처럼 큰 골목길에서의 바람이 흘러 빠져나가는 지점과 거의 맞닿아있기 때문에 b1에서 불어 들어오는 풍속보다 b5에서 빠져나가는 풍속이 센 경우로 생각된다. 또, c5에서는 풍속의 비율이 급격히 낮게 나타났는데, 골목길이 좁고 꺾인 부분의 끝지점에서는 담으로 막혀있기 때문에 이와 같이 나타났으리라 생각되며, d2의 경우는 주변환경이 담으로 막혀있지 않고 가옥의 마당으로 틈여있기 때문에 풍속비율이 상당히 크게 나타났다. e4, e5도 틈여있는 주변환경의 영향으로 풍속의 비율이 다소 높게 나타났으리라 예측된다.

즉, 하회마을의 골목길은 서쪽에서 마을 중앙까지 직접 들어오는 길이 없으며 마을의 중심에서 방사형으로 뻗어 있어 겨울철 차가운 바람에 대한 방풍효과가 있음을 알 수 있었다.

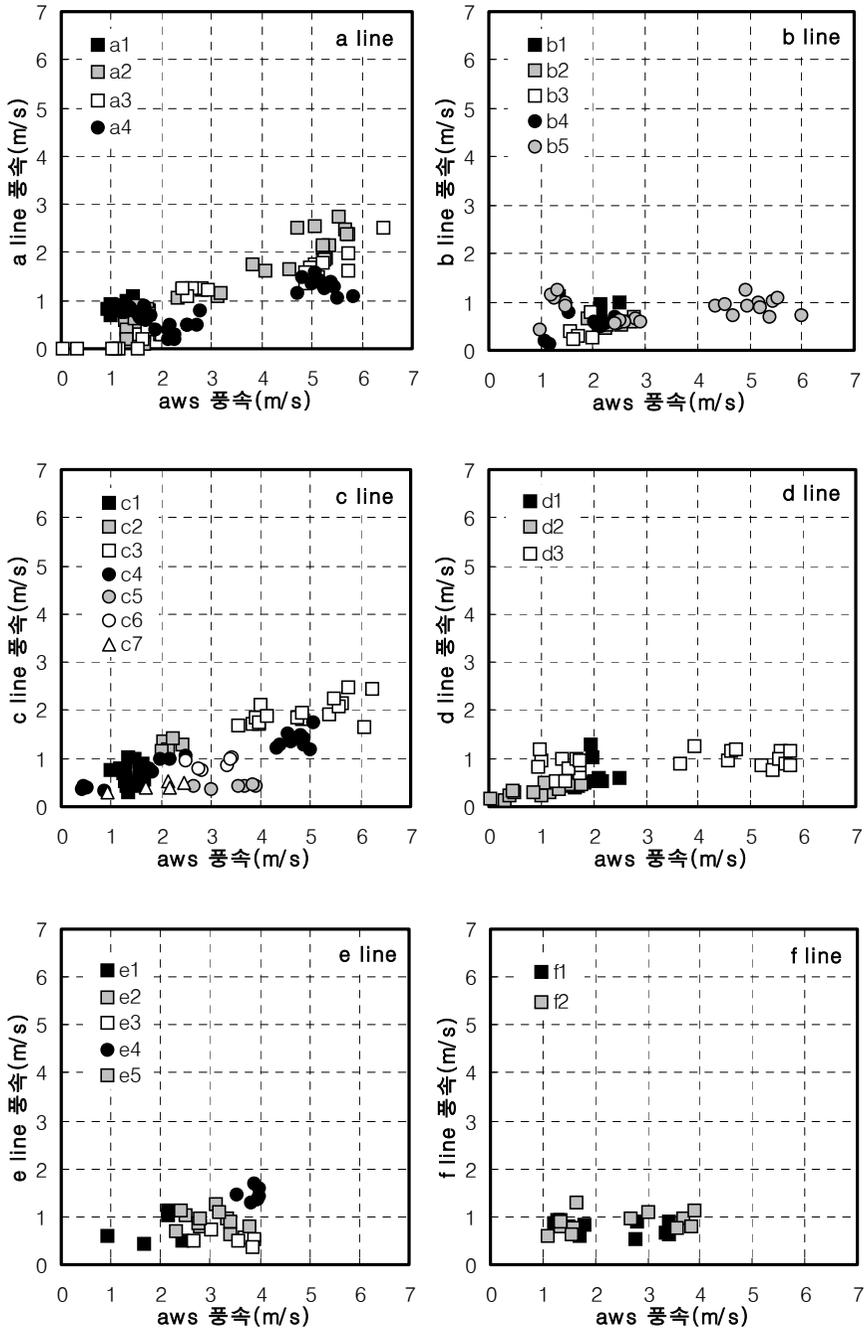


그림 4.19 aws 풍속과 골목길 지점 풍속의 상관관계

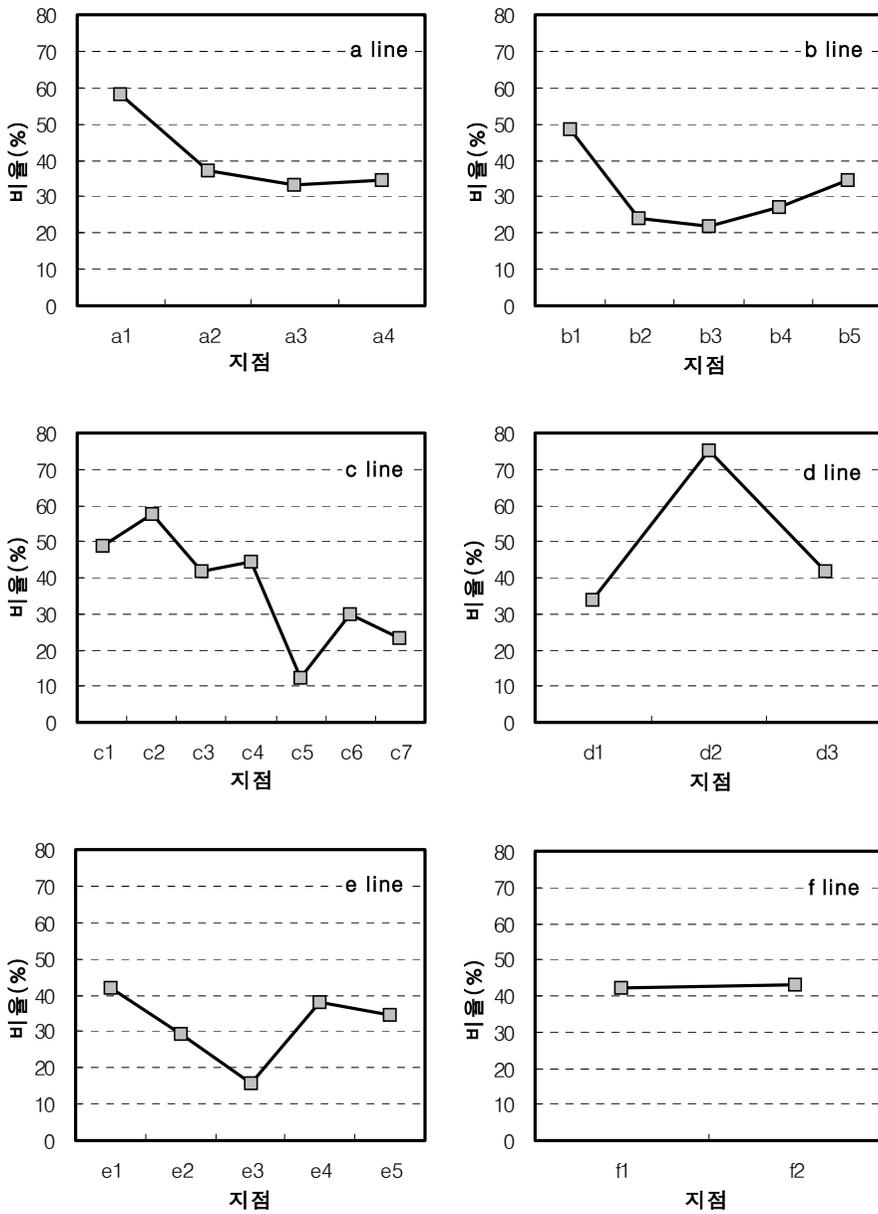


그림 4.20 골목길의 풍속비율(지점 풍속/aws 풍속×100)

### 4.3.2 골목길에 의한 기온 및 습도 변화

하회마을 골목길의 방풍효과는 앞 절에서 검토한 골목길의 풍속에서 보듯이 마을 외측의 골목길에서 풍속이 강했으며, 마을 중심으로 갈수록 풍속이 약한 경향을 보였다.

한편, 풍속이 셀수록 기온은 낮게 나타날 것으로 예상되어 각 측정지점의 기온평균과 aws의 기온평균, aws의 풍속평균과의 상관관계를 그림 4.21, 그림 4.22에서와 같이 검토하였다.

그림 4.21에서 보면 각 지점 line 모두 aws의 기온평균보다 높은 경향을 보였으며, a line의 경우에는 aws의 기온평균이 2°C~7°C 사이에 표시된 a2, a3, a4의 기온평균은 aws의 기온평균보다 약 2°C 정도 높게 나타났으나, 나머지 9°C~14°C에 포함된 각 지점의 기온평균에서는 넓게 분산되어 있어 확실한 경향을 파악하기는 어려울 것 같다.

그림 4.22은 aws의 풍속과 골목길 지점 기온평균의 상관관계를 나타내었다. 모든 지점 line에서 aws의 풍속이 강할수록 기온평균이 낮게 나타났으며, 반대로 풍속이 약할 경우 aws 기온평균보다 높은 기온분포를 보이고 있다.

그림 4.23는 aws 습도평균과 골목길 지점 습도평균의 상관관계를 나타내었다. 각 지점 line 모두 aws의 습도평균과 비슷한 분포대를 보이고 있어 하회마을 외측의 습도와 마을 내부의 습도는 비슷한 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. 그러나, 그림 4.24에 나타난 aws의 풍속평균과의 비교에서는 뚜렷한 분포대는 보이지 않았다.

따라서, 풍속과 기온 및 습도의 명확한 관계를 보기 위해서는 장기간의 데이터가 필요하리라 생각된다.

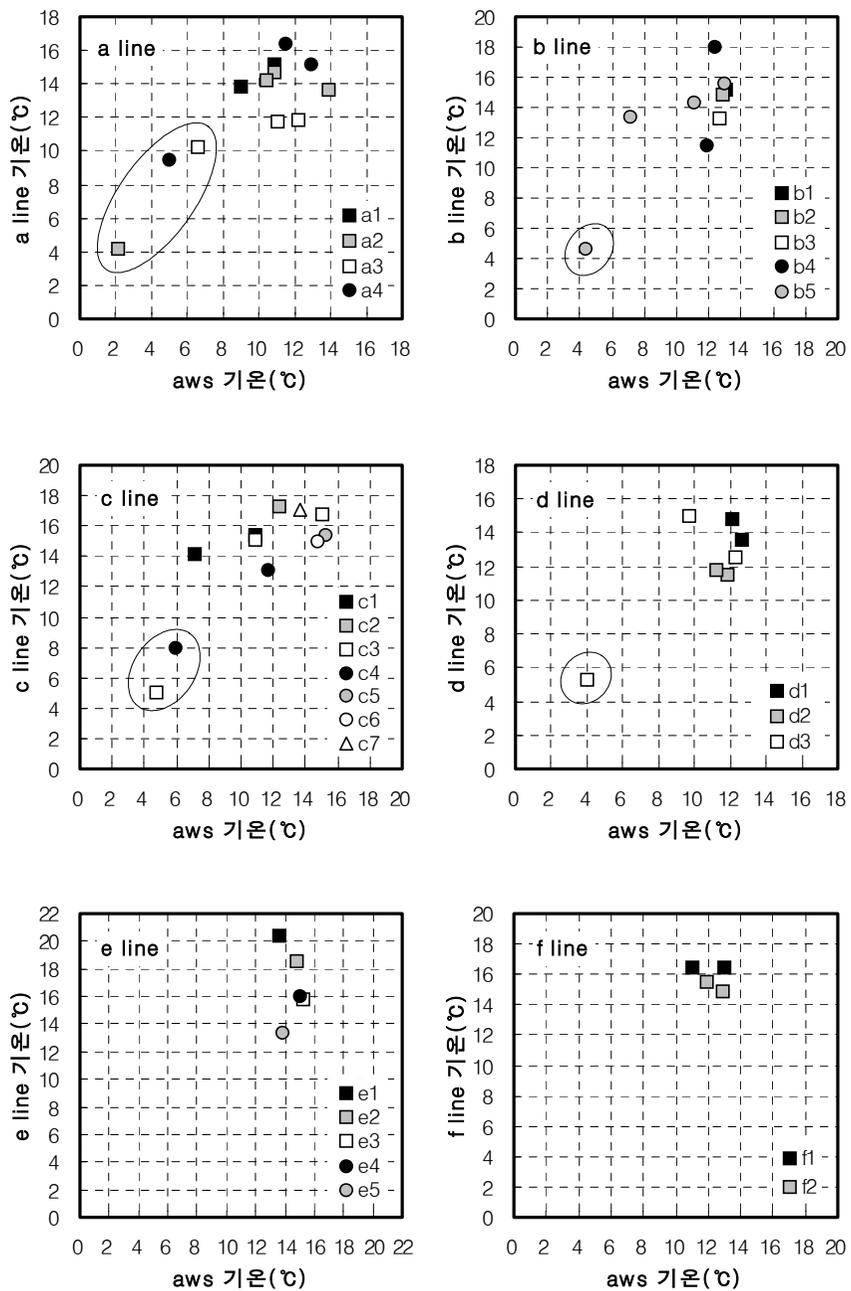


그림 4.21 aws 기온평균과 골목길 지점 기온평균의 상관관계

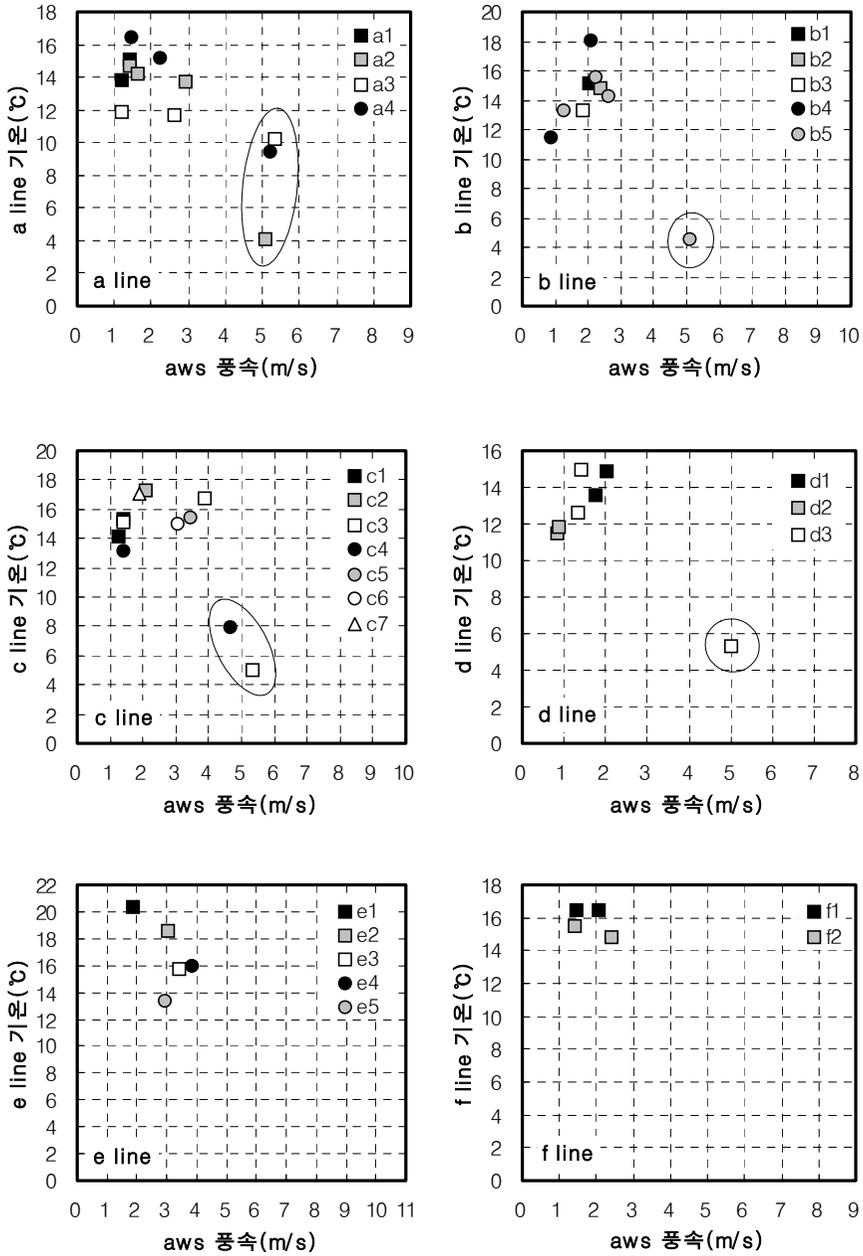


그림 4.22 aws 풍속평균과 골목길 지점 기온평균의 상관관계

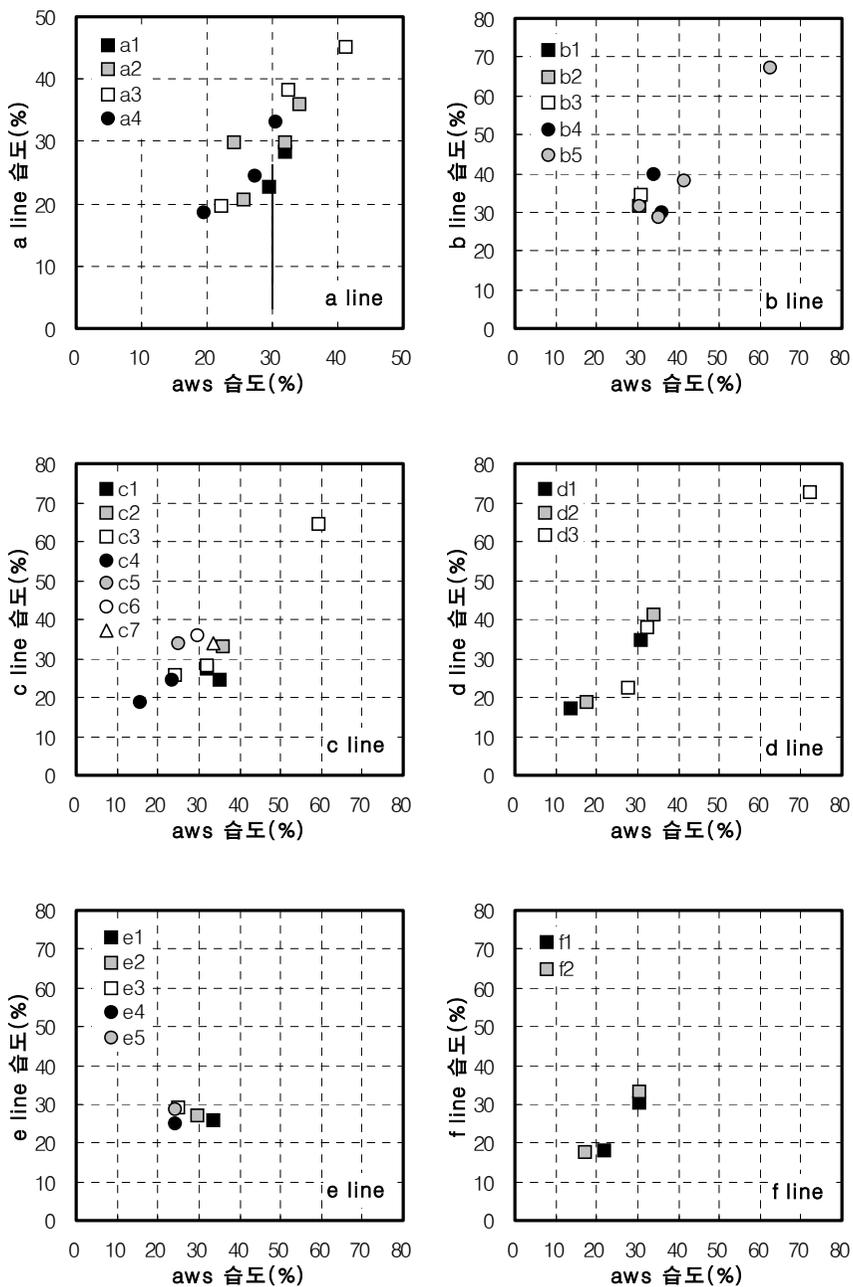


그림 4.23 aws 습도평균과 골목길 지점 습도평균의 상관관계

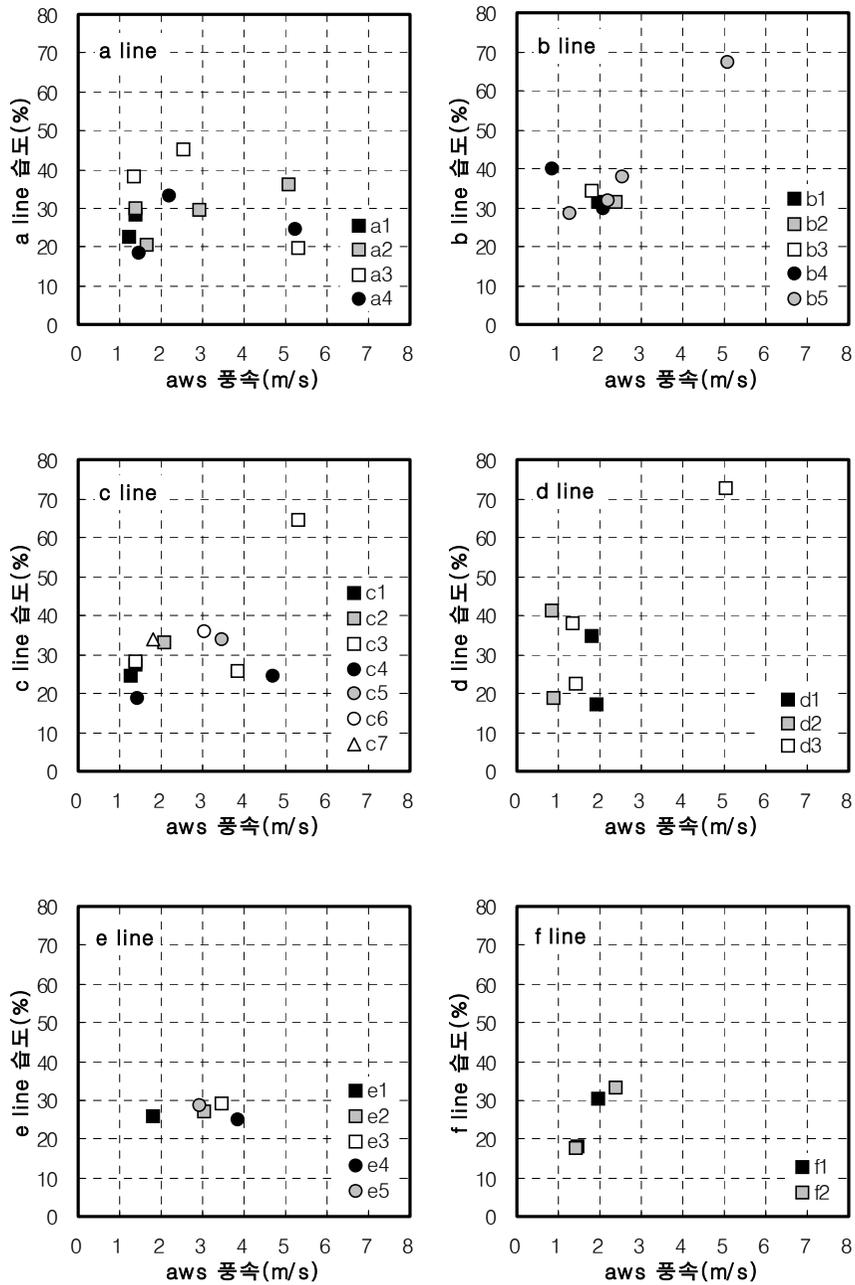


그림 4.24 aws 풍속평균과 골목길 지점 습도평균의 상관관계

### 4.3.3 d3과 d3상측 비교

골목길의 방풍효과에서 마을의 중심에 속하는 d3은 골목길 담의 하측에서 측정하여 겨울철 서풍의 차가운 바람은 마을의 중심이 되는 골목길을 따라 분기된 d3으로 빠져나간다는 것을 알았다.

골목길 담의 하측에서 측정한 d3과 담의 상측에서 측정한 d3상의 방풍효과를 비교검토하기 위해 사진 4.3과 같이 d3보다 측정위치가 약 1.6m정도 높이에서 풍향풍속계, 열선풍속계, 온·습도계를 설치하여 2시간동안 측정했다.



(1) d3



(2) d3상

사진 4.3 d3과 d3상의 풍향, 풍속 및 온·습도의 측정사진

그림 4.25의 골목길의 8방위 풍향에서 d3과 d3상을 비교하면 d3은 서풍으로 골목길을 따라 바람이 이동하고 있으며, d3상은 aws의 풍향과 일치하고 있어 골목길과 상부의 풍향이 다를 수 있다.

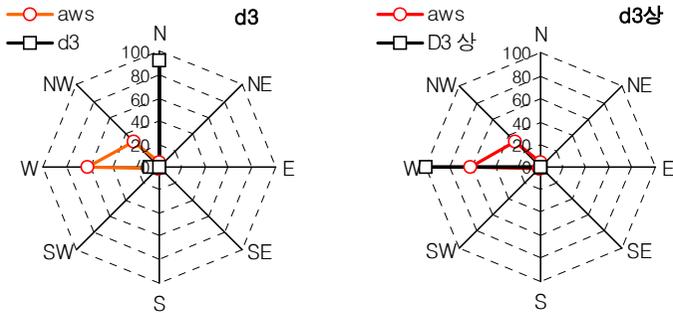


그림 4.25 d3과 d3상의 8방위 풍향비교

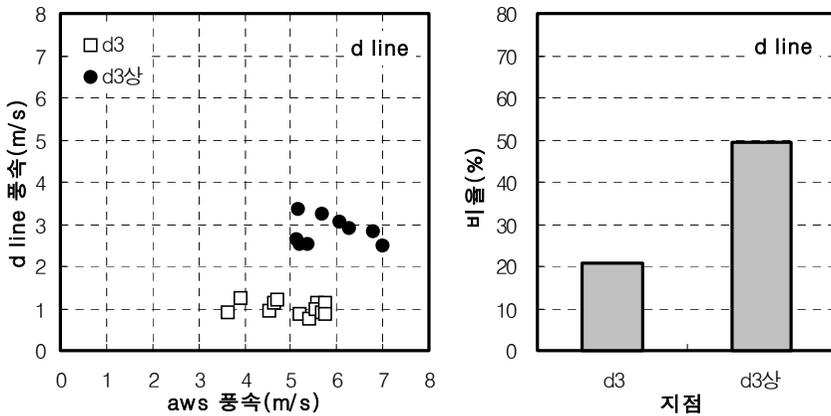


그림 4.26 aws 풍속에 대한 d3과 d3상 풍속평균의 상관관계 및 풍속비율비교

그림 4.26에서 d3과 d3상의 풍속에 대해 상관관계를 비교하면 d3상이 훨씬 높은 풍속값을 보이고 있는데, 이는 사진 4.3과 같이 d3상은 골목길 담보다 약 1m정도 높은 위치에서 측정하고 있어 바람에 대한 방풍물체가 없

기 때문이다. 또, 바람에 대한 방풍물체가 없어 aws의 풍속과 비슷하리라 예상되나, 약 3m/s 정도 낮은 차이를 보이고 있다. 이는 골목길보다 높게 솟아 있는 가옥의 지붕에 의한 영향이라 판단되며, 풍속비율에 있어서도 d3상의 풍속비율이 d3의 비율보다 약 30%정도 높게 나타났다.

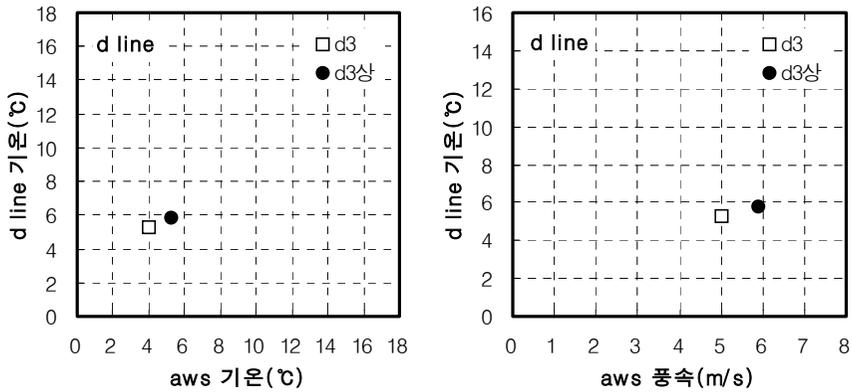


그림 2.27 aws 기온평균 및 풍속평균에 대하여 d3과 d3상 기온의 상관관계

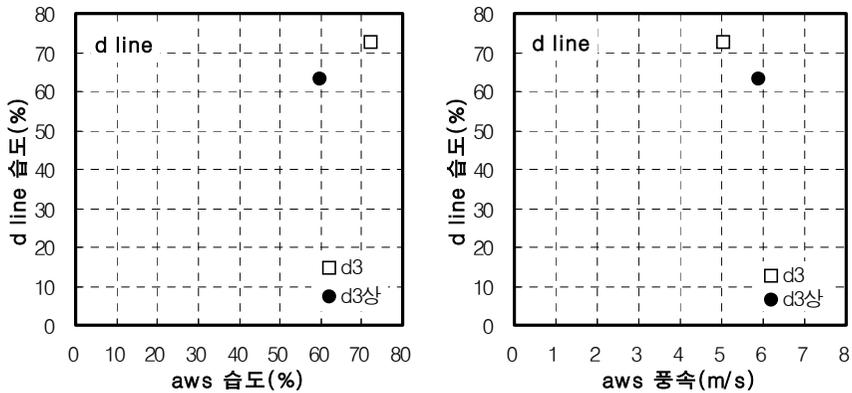


그림 2.28 aws 기온평균 및 풍속평균에 대하여 d3과 d3상 습도의 상관관계

그림 2.27의 aws 기온 및 풍속에 대하여 d3과 d3상 기온의 상관관계를 보면, aws 기온보다 d3의 기온이 약간 높게 나타났으나, d3상의 기온은 aws 기온과 비슷함을 보이고 있다. aws 풍속에 대하여서는 풍속이 약할수록 d3의 기온이 오히려 낮게 나타났다.

또, 그림 2.28의 aws 습도 및 풍속에 대하여 d3과 d3상 습도의 상관관계를 보면, d3과 d3상의 습도는 aws 습도와 거의 차이가 없음을 알 수 있고, aws 풍속에 의해서는 d3의 습도가 약간 높게 나타났다.

## 제 5장 결 론

본 연구는 한국의 풍토에 가장 적합한 환경공생건축의 실현을 위해 전통 주거 및 전통마을에 내포된 환경조절기법의 파악을 목적으로 우리나라의 전통마을 중에서 비교적 옛 모습 그대로 보존이 잘 되어 있는 하회마을을 대상으로 실측조사를 실시하여 하기(夏期)과 동기(冬期)의 기후 및 만송정, 골목길에 대한 외부환경과의 관계에 대해 연구하였다. 본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

1) 하회마을은 서쪽을 제외하고 산으로 둘러싸여 있다는 지형적인 영향에 의해 여름철에 남풍계열의 주풍향이 나타나지 않고 풍속이 약하며, 야간에 산풍이 형성되기 때문에 주간과 야간의 풍향이 달라진다.

2) 하회마을로 불어오는 바람은 골목길 양쪽에 세워진 담에 의해 골목길을 따라 흘러가고 있으며 골목길의 분기점에서는 골목길을 따라 바람이 분기되거나 각 골목길을 따라온 바람이 합류하고 있다.

3) 하회마을의 경우, 골목길에서의 기온저하 또는 상승은 풍속보다는 바람이 부는 시간에 크게 영향받고 있으며 풍속증가시간이 4초보다 짧은 바람은 골목길의 열환경 개선에 큰 영향을 주지 못한다.

4) 하회마을은 분지와 비슷한 지형적 특성과 야간의 약한 풍속의 영향으로 하회마을 주위에 냉기호(冷氣湖)가 형성되기 때문에 일교차가 비교적 크며 이 때문에 주간에 기온이 30℃ 이상 상승하더라도 야간에는 25℃ 이하로 기온이 떨어져서 쾌적하게 쉴 수 있다.

5) 하회마을은 지형적인 조건과 야간의 약한 풍속 때문에 냉기호가 형성되기

쉬워 마을을 감싸고 있는 화천(花川)이 수온이하의 기온으로 떨어지는 날이 많아 안개가 발생하기에 좋은 조건을 가지고 있다.

6) 아침에 안개가 발생할 경우, 일사량이 증가함에도 불구하고 온도상승과 상대습도감소의 시간지연이 발생한다. 또, 일출직후 마을 쪽에 상승기류가 발생하여 삼면의 강으로부터 마을을 향하는 약한 바람이 발생한다.

7) 겨울철 만송정의 방풍효과로써는 만송정을 기준으로 풍상보다 풍하의 바람이 약하며, 풍속이 강할수록 일정한 비율로 수렴하고 있어서 방풍림역할을 하고 있기 때문에 상대적으로 마을 안쪽은 기온이 높게 유지된다.

8) 마을 외측의 서쪽에서 불어오는 차가운 바람은 중심이 되는 골목길을 따라 흘러 빠져나가며, 분기된 골목길에서도 그 골목길을 따라 빠져나간다.

9) 하회마을의 겨울철 차가운 바람은 서쪽에서 마을 중앙까지 직접 들어오는 길이 없고 마을 중심에서 방사형으로 뻗은 골목길 때문에 마을 내부는 aws의 풍속보다 약하며, 마을 중앙으로 갈수록 풍속비율은 감소한다.

10) 겨울철 골목길의 방풍효과에서 aws 풍속이 강할수록 골목길의 기온은 aws 기온보다 높으며, 골목길과 aws 습도에 있어서는 비슷한 분포를 보였다.

11) d3과 d3상의 비교에서 d3상의 풍향은 aws 풍향과 일치하고 있어 골목길과 상부의 풍향이 다르다. 풍속도 d3상이 d3보다 30%정도 높은 풍속비율을 나타내고 있으며 d3과 d3상의 기온 및 습도에서는 차이가 거의 없다.

## 참 고 문 헌

- 1) 齋藤平藏, 建築氣候, 共立出版株式會社, 1974
- 2) 경상북도, 하회마을 조사보고서, 1979
- 3) 新田伸三외 2인, 環境綠化における微氣象の設計, 鹿島出版會, 1981. 9
- 4) 野村孝文 譯, 韓國의傳統的住宅, 九州大學出版會, 1981
- 5) 김연옥, 한국의 기후와 문화, 이화여자대학교 출판부, 1985
- 6) 중앙기상대, 한국의 기후편람, 1985
- 7) 吉野正敏, 小氣候, 地人書館, 1986
- 8) 이경희, 자연환경조절측면에서 본 한국전통주거의 환경특성, 대한건축학회 지 30권 3호 통권 130호, 1986. 5
- 9) 손장열외 1인, 우리나라 전통주거의 환경공학적 특성, 대한건축학회지 30권 3호 통권 130호, 1986. 5
- 10) 손장열외 1인, 조선시대 전통민가의 온열환경에 관한 측정연구, 대한건축학회 논문집 2권 4호 통권 6호, 1986. 8
- 11) 최창조, 한국의 풍수사상, 민음사, 1986
- 12) 김일진외 4인, 안동하회마을 보존관리방안 조사연구보고서, 문화재관리국, 1989. 4
- 13) 曹貞植, 韓國傳統住宅における空間と生活の對應に關する研究, 京都大學大學院 博士學位論文, 1991.
- 14) 김성균, 한국전통마을의 경관, 대한건축학회 36권 1호, 1992. 1
- 15) 임호진외 1인, 생체 기후도를 이용한 제주도 기후 특성에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표 논문집 제 12권 제 1호, 1992. 4
- 16) 김소구, 지구과학, 청문각, 1994
- 17) 梅干野 晁, 住まいの環境學, 방송대학교재, 1995. 3
- 18) 김광우, 지구환경과 건축환경 기술, 대한건축학회 건축 9506, 1995. 6
- 19) 대한건축학회편, 건축환경계획, 대한건축학회, 1995. 10

- 20) 김병선, 초기설계단계에서 건축환경성능에 대한 고려, 대한건축학회 건축 9612, 1996. 12
- 21) 김종규 역, 일반기후학개론, 한올아카데미, 1997
- 22) 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1997
- 23) 대한지구과학연구모임, 지구과학개론, 청문각, 1998.
- 24) 금중수와 12인, 건축환경공학, 시그마프레스, 1998. 11
- 25) 동정근외 1인, 하회마을에서 계층을 통해 나타난 주택의 공간 위계성에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집 제19권 제2호, 1999. 10
- 26) 박시익, 한국의 풍수지리와 건축, 일빛, 1999. 11
- 27) 環境共生住宅 推進 協議會, 環境共生住宅 A-Z, 1999. 12
- 28) 김재영, 안동하회마을의 미기후특성에 관한 연구, 상주대석사논문, 1999
- 29) 전봉희, 마을연구의 현황과 과제, 한국건축역사학회 창립10주년기념 학술발표대회
- 30) 최영철외 1인, 풍수사상에 대한 기존의 연구동향과 과제, 한국건축역사학회 창립10주년기념 학술발표대회
- 31) 梅干野 晁, 韓國の傳統集落における自然共生型主空間のデザイン規範に關する調査研究, 2000. 3
- 32) 도근영, 안동 하회마을의 기후특성에 관한 연구, 한·일 해양건축 심포지엄, 2000. 8
- 33) Norbert Lechner, Heating, Cooling, Lighting, John Wiley & Sons, Inc, 2001
- 34) 도근영, 하회마을의 열환경에 관한 연구, 한국해양대학교논문집 제 18권, 2001
- 35) 김연옥, 기후학개론, 정익사, 2001. 7
- 36) 김경희, 안동 하회마을 반가와 민가, 비운후, 2001. 10
- 37) [www.hahoe.or.kr](http://www.hahoe.or.kr)
- 38) [anu.andong.ac.kr](http://anu.andong.ac.kr)

## 감사의 글

입학한지가 엇그제 같은데 벌써 2년이라는 세월이 흘러 부족한 한편의 논문을 제출하게 되었습니다. 저는 이 논문을 통하여 제가 얼마나 부족한가를 느꼈으며, 저의 곁에 너무나도 소중한 분들이 많이 계신 것을 깨달았습니다.

건축환경·설비실험실에서 학업을 정진할 수 있는 기회와 항상 부족하고 실수가 많았던 저에게 세심한 가르침과 변함없는 격려로 대학원생활을 마칠 수 있도록 이끌어 주시며, 부족한 논문을 올바르게 완성되도록 정성껏 지도해 주신 지도교수 도근영 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 부족한 저를 학문의 길로 인도해주시고 성심껏 논문을 심사해 주신 이한석 교수님과 변함없이 아껴주시고 가르쳐 주신 송화철 교수님께 진심으로 감사드립니다.

같은 실험실에 있으면서 바쁜 와중에도 현장실험과 논문정리를 도와준 이준호 학우와 학부생 류채두, 고희정 학우에게 고마움의 뜻을 전합니다. 그리고 대학원 생활동안 서로 의지하며 격려해준 대학원 동기인 이은숙 학우와 정혜욱 조교, 오상백 학우, 다른 동료 및 선·후배님들에게도 고마움의 뜻을 전합니다. 또, 지금까지 저에게 도움과 기도로써 힘을 주셨던 모든 분들에게 고개 숙여 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 항상 제 곁에서 힘이 되어주며 못난 아들을 위해 항상 기도해주시고 뒷바라지 해주신 부모님께 진심으로 깊은 감사를 드리며, 많은 관심과 성원을 아끼지 않았던 동생들에게도 고마움의 뜻을 전합니다.

이제, 오늘을 발판으로 한 걸음 더 나아가기 위해 언제나 최선을 다하는 내일이 되도록 열심히 노력 할 것을 약속드립니다.

지금까지 이끌어주신 하나님께 진심으로 감사드립니다.

2002년 6월

김 정 범